مواصفات قياسية مصرية

أعدتهـــا

جمعية المهندسين المصرية

٢٨ شارع الملكة بالقاهرة

مواصفة قياسية مصرية

رقم ١

الأحمال والقوى

تصميم وتركيب الانشاءات الحديدية والفولاذية

مطبعة الاعتماد بمصر

ESEN-CPS-BK-0000000326-ESE

00426463

مواصفات قياسية مصرية

أعدتهـــا

جمعية المهندسين المصرية

٢٨ شارع الملكة بالقاهرة

مواصفة قياسية مصرية

رقم ١

الأحمال والقوى

تصميم وتركيب الانشاءات الحديدية والفولاذية

مطبعة الاعتماد بمصر

مقدمه

هناك مواصفات قياسية مقررة فى جميع البلاد الناهضة تحضرها الجمعيات الهندسية لترشد المهندسين فى تصميم وتنفيذ الأعمال الهندسية بكافة أنواعها ، ولهذه المواصفات القياسية صبغة القانون فيحتمى بها الجمهور ويتقيد بها المهندسون وجميع الهيئات الهندسية حكومية كانت أو غير حكومية .

قامت جمعية المهندسين المصرية بنشاط كبير فى هذا المضمار ، وشكلت لجنة رئيسية ولجانا فرعية لوضع مواصفات قياسية لجميع الأعمال الهندسية فى مصر .

وستراعى الجمعية فى المستقبل إدخال أية تعديلات تراها ضرورية فى هذه المواصفات لتكون متمشية مع النهضة الهندسية والتقدم الصناعى فى البلاد .

أعضاء اللجنة الفرعية للانشاءات المعدنية

١ ــ المهندس السيد جودت : وكيل وزارة المواصلات سابقا

٢ ــ الأستاذ هرمن شفتزر : أستاذ بكلية الهندسة بجامعة القاهرة سابقا

٣ ــ الاستاذ الدكتور ابراهيم أدهم الدمرداش : عميد كلية الهندسة بجامعة القاهرة

٤ ــ الأستاذ الدكتور محمود طلعت : أستاذ الانشاءات المعدنية بكلية الهندسة بجامعة القاهرة

٥ ــ المهندس سعاد سعودى : مدير مكتب التفتيش الهندسى بلندن

٦ ــ المهندس سليم عمون : مفتش المشروعات بمصلحة الطرق والكبارى بوازرة المواصلات

أعضاء لجنة الترجمة

١ ــ المهندس السيد جودت

٢ ــ الدكتور محمود طلعت

محتويات الكتاب

الباب الاول

الأحمال والقوى المستعملة فى التصميم

الباب الثانى

أولا — تصميم وتركيب الإنشاءات الحديدية والفولاذية

ثانيا — تفصيلات التصميم والتركيب

الملحقات

الباب الأول

الاحمال والقوى المستعملة فى التصميم

مادة ١

تطبيق عام

تطبق الأحمال والقوى المنصوص عليها فى هذه المواصفات فى الحساب الأستاتيكى ، وفى تصميم الكبارى بكافة أنواعها ، وفى الإنشاءات الحديدية والفولاذية والخرسانية العادية والمسلحة ، وفى الإنشاءات الحجرية والخشبية .

مادة ٢

الحمل الدائم — وزن المواد

يتكون الحمل الدائم الذى تحمله رافدة أو عضو مما يخصها أو يخصه من وزن الجزء العلوى للإنشاء ووزن الأحمال الدائمة الواقعة عليه بما فى ذلك وزن الرافدة أو العضو . والوحدات الوزنية المنصوص عليها فيما يأتى أو الوحدات الوزنية الحقيقية إن وجدت هى التى تعين مقدار الحمل :

فولاذ مشكل أو مسبوك . . . ٧٨٥٠ كيلوجراماً للتر المكعب

حديد طرق	٧٧٠٠	»	»	»
حديد زهر	٧٢٥٠	»	»	»
ألومنيوم	٢٧٥٠	»	»	»
برونز	٨٥٠٠	»	»	»
نحاس أحمر (مشكل) . . .	٨٩٠٠	»	»	»
زنك (مشكل)	٧٢٠٠	»	»	»

رصاص	١١٤٠٠	كيلوجراماً للمتر المكعب
خرسانة عادية أسمنتية . .	٢٢٠٠	» » »
خرسانة مسلحة أسمنتية . .	٢٥٠٠	» » »
خرسانة هشة (١/٢ رمل) .	١٥٠٠	» » »
مبانى صماء بالطوب . . .	١٨٠٠	» » »
مبانى بالأحجار الرملية . .	٢٤٠٠	» » »
مبانى بالجرانيت . . .	٢٧٠٠	» » »
مبانى بالأحجار الجيرية . .	٢٥٠٠	» » »
أسفلت مضغوط . . .	٢١٥٠	» » »
قار أسفلتى	١٥٠٠	» » »
خشب رخو	٨٠٠	» » »
خشب صلد	٩٠٠	» » »
مكادام	٢٥٠٠	» » »
بلاط من حجر البازلت . .	٢٧٠٠	» » »

أما المواد الآتية فأوزانها متغيرة ، والتقديرات المبينة هنا هى متوسط وحداتها الوزنية عندما تكون جافة ، ويمكن استعمالها فى الحسابات الأولية :

فحم حجرى	١٠٠٠	كيلوجراماً للمتر المكعب
أسمنت داخل أكياس . .	١٦٠٠	» » »
رمل	١٤٠٠	» » »
تراب الأرض الزراعيــة جاف	١٨٠٠	» » »
تراب الأرض الزراعيــة رطب	٢١٠٠	» » »
زلط	١٧٠٠	» » »

زلط ورمل (مخلوط)	٢٠٠٠	كيلوجراماً للمتر المكعب		
دقيق داخل أكياس	٥٠٠	»	»	»
ملح داخل أكياس	١٠٠٠	»	»	»
سكر	٧٥٠	»	»	»
بطاطس	٧٥٠	»	»	»
قطن	١٢٥٠	»	»	»
ورق	١١٠٠	»	»	»

أما الوحدات الوزنية الآتيـة فهى الحد الأدنى لغطاءات أسطح الأسقف المائلة :

قراميد	٧٥	كيلوجراماً للمتر المسطح		
إردواز	٧٠	»	»	»
ألواح حديدية مموجة	٢٥	»	»	»
ألواح أسبستس	١٥	»	»	»
ألواح زجاج بحواملها: عادى بسمك ٥ مم	٢٥	»	»	»
ألواح زجاج بحواملها: مسلح بشبكة من السلك وبسمك ٦ مم	٤٠	»	»	»
لباد أسفلتى	٣٥	»	»	»

وعلى العموم يجب تحقيق وزن الأحمال الدائمة بالدقة بعد إتمام التصميم، وإذا وجد أن هناك فروقات كبيرة فى الوزن فيجب إعادة التصميم .

مادة ٣

الحمل المتنقل على كبارى السكة الحديد

فى تصميم كبارى السكة الحديد يكون الحمل المتدحرج المتنقل أحد

القطارات القياسية الثلاثة (ى) أو (ه) أو (ل) المبينة فى الملحق رقم ٢ أو أى حمل آخر ينص عليه فى المواصفات .

ويتكون القطار من قاطرتين بصهريجيهما ، متصل بهما من ناحية واحدة جملة عربات غير محددة العدد ، على أن يأخذ القطار الأوضاع المختلفة التى تسبب أقصى إجهاد فى أعضاء الكوبرى ولو أدى ذلك إلى نقص فى طوله القياسى .

ويجب اتخاذ الحيطة فى الكبارى الواقعة على منحنيات لمواجهة الزيادة الناشئة فى الحمل المتنقل الذى تحمله رافدة رئيسية أو عرضية أو كمرة اتصال بسبب لامركزيته .

مادة ٤

الحمل المتنقل على كبارى الطرق وكبارى المشاة

١ — فى تصميم كبارى الطرق الرئيسية يكون الحمل المتنقل إما عربات ذات أحمال متدحرجة وبجانبها حمل متنقل وموزع بانتظام ، وإما أن يكون حملا موزعا بانتظام فقط حسب ما هو منصوص عليه فى المواصفات الخاصة وفقا للتعليمات الآتية ما لم ينص على خلافها :

(ا) تصمم الروافد الرئيسية التى تقل فتحتها عن ٣٠ مترا كما تصمم مجموعة الأعضاء الحاملة لأرضية الكوبرى لتقاوم الأحمال المركزة لدنا كل العربات وفقا للطراز القياسى المبين فى الملحق رقم ٣ مضافا عليه الأحمال الموزعة بانتظام على الشرائح الطولية حسب ما هو منصوص عليه هنا . ويجب أن تأخذ الأحمال المركزة والأحمال الموزعة بانتظام على شرائح الطريق الأوضاع التى تسبب أقصى إجهادات، وتكون الشرائح عادة بعرض ثلاثة أمتار ، ويجب ألا يتعدى عدد الشرائح التى تسير عليها عربات فى

اتجاه واحد مواز للمحور الطولى للكوبرى شريحتين . أما الشرائح الباقية أو أجزاؤها والمشايات الجانبية إن وجدت فتعتبر مغطاة بحمل موزع بانتظام مقداره ٤٠٠ كيلوجرام على كل متر مربع .

(ب) تصمم الروافد التى فتحتها ٣٠ متراً فأكثر لتقاوم أقصى إجهادات يمكن أن يحدثها حمل موزع بانتظام مقداره ٤٠٠ كيلو جرام على كل متر مربع من السطح الكلى للكوبرى بما فى ذلك المشايات ، ويضاف اليه حمل حاد واقع على عرض الطريق مقداره ٨ طن لكل متر طولى ، على ألا يزيد طول حافته على ٦ أمتار ، وعلى أن يأخذ الحمل الموزع بانتظام والحمل الحاد الأوضاع التى تحدث أقصى إجهاد .

(حـ) عندما يسير قطار كهربائى فوق كوبرى ويحدث فيه إجهادات أكثر مما تسببه الأحمال المتنقلة المنصوص عليها فى الفقرتين (ا) و (ب) يجب أن يعمل لهذه الإجهادات حساب فى التصميم .

(ى) يجب تصميم الأجزاء المكونة للمشايات لتقاوم أقصى إجهادات ينتجها حمل موزع بانتظام مقداره ٤٠٠ كيلوجرام على كل متر مسطح . وإذا كان إرتفاع حافة المشاية يقل عن ٢٠ سنتيمترا أى أنه يسمح للعربات بأن تصعد فوق المشاية فيجب التحقق من أن الأجزاء المكونة للمشاية قادرة على مقاومة حمل عجلة مركز مقداره ٤ أطنان (بما فى ذلك التأثير الديناميكى) فى الوضع الذى يحدث أقصى إجهادات .

٢ — الحمل القياسى المتنقل الذى جاء ذكره سابقا يخصص لكبارى الطرق الرئيسية التى من الدرجة الأولى . أما كبارى الطرق الرئيسية التى من الدرجة الثانية فمن الأفضل أن تصمم أجزاؤها لتقاوم ¾ الأحمال المنصوص عليها فى الفقرتين (١-ا) و(١ - ب) إلا فيما يخص المشايات فانها تصمم لمقاومة الأحمال المنصوص عليها فى الفقرة (١ـــ ى) .

٣ — تصمم الكبارى التى تقع تحت أنواع أخرى من الطرق لتقاوم الأحمال المتنقلة التى تحددها الهيئات المحلية الرسمية .

٤ — تصمم أعضاء الكبارى الخاصة بالمشاة وغير المعرضة لحركة النقل بالسيارات لتقاوم أقصى الإجهادات الناشئة عن حمل موزع بانتظام مقداره ٤٠٠ كيلو جرام على المتر المسطح على أن يضاف اليه التأثير الديناميكى المنصوص عليه فى المادة الثامنة .

مادة ٥

الأحمال المفروضة على المبانى الإنشائية

١ — لتعيين الأحمال التى تصمم بمقتضاه أجزاء المبانى الانشائية وأساساتها يكون الحد الأدنى للأحمال المفروضة على كل طابق حملا إستاتيكيا مكافئا منصوصا عليه فيما بعد وفى المواصفات الخاصة . ويجب أن تكون الطوابق قادرة أيضاً على مقاومة أحمال مركزة فى أى وضع تنص عليه المواصفات .

(ا) المبانى السكنية . . . . . . ٢٠٠ كيلو جراما للمتر المسطح

(ب) المكاتب وحجرات التدريس والسلالم ٣٠٠ » » »

(حـ) الحجرات العامة والدكاكين التجارية للتجزئة والمطاعم وحجرات الاجتماع المخصص فيها لكل شخص مقعد مستقل ثابت ٤٠٠ » » »

(ى) دور السينما والتمثيل وصالات الرقص والمدرجات ودور الكتب وحجرات المحفوظات . . . ٥٠٠ » » »

(هـ) حجرات اجتماع بدون مقاعد ثابتة وأرصفة الركاب . . . . . ٦٠٠ » » »

(و) حجرات عفش المسافرين والمخازن ٧٥٠ كيلو جراما للمتر المسطح
(ز) مخازن البضائع الثقيلة . . . ١٠٠٠ « « «
(ح) أرصفة البضائع ومخازنها وأرصفة .
شحن وتفريغ الأقطان . . . . ١٥٠٠ « « «

فى تصميم الأعمدة والحوائط والأساسات الحاملة لعدد من الطوابق يخفض مجموع الأحمال المفروضة عليها بالنسب المئوية الآتية :

عدد الطوابق المحملة على العضو المراد تصميمه	النسبة المئوية التى تخفض بمقتضاها الأحمال المفروضة على الطوابق عند تصميم العضو
١	صفر
٢	صفر
٣	١٠
٤	٢٠
٥	٣٠
٦ أو أكثر	٤٠

ولا تخفض أوزان الآلات الميكانيكية إذا تحددت قيمتها فى المواصفات.

٢ — تصمم الطرقات والسلالم والصدفات لتقاوم بصفة عامة نفس الأحمال المفروضة على الحجرات والطوابق الموصلة لها ، ويشترط أن تصمم الطرقات والسلالم والصدفات التى توصل لحجرات الاجتماع العامة ذات المقاعد المستقلة الثابتة لتقاوم الأحمال المنصوص عليها فى بند (ج) . أما الأحمال التى من الطراز (ه) فتعتبر الحد الأعلى لأية طرقة أو سلم أو صدفة.

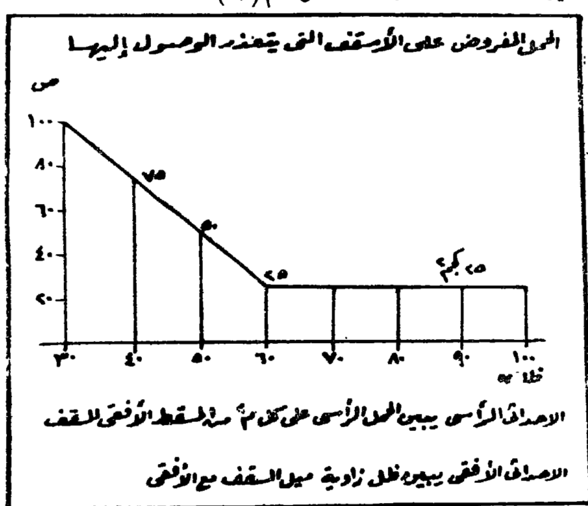
٣ — تصمم الدراوى والدرابزونات والأعضاء الانشائية المثبتة لهـــا أو الحاملة لها لتقاوم الأحمال الاستاتيكية الأفقية المنصـــوص

عليها فيما يأتى والتى تعتبر مؤثرة على السطح العلوى للدرابزون أو الدروة.

(ا) جميع السلالم والصدفات والشرفات
والدراوى ودرابزونات الأسقف ٨٠ كيلو جراما للمتر الطولى

(ب) فى أماكن الاجتماع التى يحتمل أن
يحدث فيها ذعر . . ١٥٠ « « «

٤ — (ا) الحمل المفروض فى تصميم الأسقف التى يتعذر الوصول اليها (ويجب النص على ذلك فى المواصفات الخاصة) هو حمل رأسى يتراوح مقداره بين ٢٥ كيلو جراما و ١٠٠ كيلو جرام على كل متر مسطح حسب ميل السقف ، كما هو مبين فى الشكل رقم (١) :



شكل ١

(ب) لا يقل الحمل المفروض فى تصميم الأسقف التى يمكن الوصول اليها عن ضعف الحمل المبين فى بند (ا) .

(حـ) تعتبر الأسقف المسطحة والأسقف التى لا يزيد ظل زاوية ميلها على ٠,٣ كأنها اسقف يمكن الوصول اليها و تصمم لتقاوم حملا مفروضا مقداره ٢٠٠ كيلو جرام على كل متر مربع .

(ى) تصمم المدادات الحاملة للأسقف لتقاوم حملا إضافيا مركزاً لا يقل عن ١٠٠ كيلو جرام .

مادة ٦

أحمال متنقلة خاصة

١ — يجب أن تصمم الدرابزونات وكوابيل الكبارى لتقاوم حملا عرضيا أفقياً مقداره ١٢٠ كيلو جراما على كل متر طولى فى حالة كبارى السكة الحديد و ١٥٠ كيلوجراما على كل متر طولى فى كبارى الطرق وكبارى المشاة ، على أن يعتبر هذا الحمل مؤثراً على السطح العلوى للدرابزون .

٢ — يجب أن يدخل فى الحساب جميع القوى الخارجية التى تعرض أعضاء الانشاء المختلفة لزيادة فى الاجهاد مثل ضغط التراب وضغط الماء والطفو . . الخ .

فيما يختص بأكتاف كبارى السكة الحديد يؤخذ ضغط التراب الناشىء عن الحمل المتنقل معادلا لحمل إضافى ناتج عن طبقة من التراب بارتفاع ٢,٢٠ متراً فوق منسوب الفلنكات وبعرض ٣,٥ متر لكل خط سكة حديد. أما فى كبارى الطرق فتعتبر طبقة التراب الإضافية أنها بارتفاع متر واحد فقط .

٣ — فى الانشاءات المعرضة لأحمال متنقلة خاصة مثل المرفاعات والآلات والسوائل فى الأحواض والخزانات . . الخ يجب تقدير الحمل المتنقل باحتياط كاف بحيث لا يتعدى الحمل الفعلى هذا المقدار .

مادة ٧
التأثير الديناميكى على كبارى السكة الحديد

١ — فى تصميم كبارى السكة الحديد يجب أن يضاف إلى الحمل المتنقل المنصوص عليه فى المواصفات مقدار ملائم لمواجهة التأثيرات الناتجة عن وصلات القضبان والعيوب التى بالقضبان والعجل وسرعة القاطرات البخارية ودقاتها المطرقية .

٢ — تبين المعادلة العملية الآتية مقدار المعامل (ى) الذى لو ضرب فى الحمل المتنقل لأعطى الإضافة المطلوبة التى تغطى التأثيرات الديناميكية السابق ذكرها .

$$ى = \frac{٣٦}{٢٤ + ل}$$

(ل) مقدرة بالمتر رمز للطول المحمل من الخط — أو لمجموع الأطوال المحملة من خطين أو أكثر لتسبب أقصى إجهـــاد فى الرافدة أو العضو المطلوب تصميمه .

والطول المحمل لكمرة اتصال مرتكزة على رافدتين عرضيتين يساوى فتحتها المتأثرة .

أما فى الروافد العرضية فتؤخذ (ل) مساوية لمجموع الفتحتين المتأثرتين لكمرتى الاتصال على الجانبين .

أما فى الكوابيل الطرفية الحاملة لكمرات الاتصال بين الرافدة العرضية الطرفية والكتف فتؤخذ (ل) نصف متر .

٣ — فى الكبارى الفولاذية ذات الأرضية الزلطية التى لا يقل سمكها تحت الفلنكات عن ٢٠ سنتيمترا وفى الكبارى ذات الأرضية المفتوحة التى

تكون القضبان فيها غير موصولة أو موصولة باللحام يخفض المعامل ى المبين فى المعادلة السابقة بمقدار ١٠ ٪.

٤ — فى حساب التغيرات المرونية تهمل التأثيرات الديناميكية .

مادة ٨

التأثيرات الديناميكية على كبارى الطرق وكبارى المشاه

فى كبارى الطرق وكبارى المشاة تعين الزيادة فى الحمل المتنقل التى تغطى كل التأثيرات الديناميكية الناشئة عن أحمال للعربات المركزة والحمل الحاد والحمل الموزع بانتظام على الشرائح بضرب الحمل المتنقل فى المعامل ى المستخرج من المعادلة العملية الآتية :

$$ى = \frac{١٨}{٢٤ + ل}$$

(ل) مقدرة بالمتر رمز للطول المحمل الذى يحدث أقصى إجهاد فى الروافد أو الأعضاء المطلوب تصميمها . ويكون هذا الطول المحمل فى الشريحة التى تسير عليها الحركة أو يكون مجموع الأطوال المحملة فى الشريحتين أو الشرائح التى تسير عليها الحركة .

ويشترط فى الزيادات السابق ذكرها والمأخوذة لتغطى التأثيرات الديناميكية أن يكون طريق السيارات طريقا جيداً من حيث الإنشاء والصيانة سواء فوق الكوبرى نفسه أو عند مدخليه مباشرة .

مادة ٩

التأثير الديناميكى على المبانى الإنشائية

فى تصميم المبانى الإنشائية لا يعمل عادة أى حساب للتأثير الديناميكى

الناتج عن الأحمال المتنقلة المنصوص عليها فى المواصفات ما لم ينص على خلاف ذلك .

وإذا كانت الأحمال المتنقلة الناشئة عن آلات ميكانيكية أو مدارج أو مرفاعات أو أى آلات لها تأثير ديناميكى محولة على إطارات او إذا كان تأثيرها يصل إلى تلك الإطارات فيجب زيادة الأحمال المتنقلة بنسبة مئوية ملائمة لمواجهة هده التأثيرات الديناميكية بما فى ذلك الصدمات .

وإذا لم ينص على خلاف ذلك فتعتبر النسب المئوية الآتية مغطية لكل التأثيرات الناتجة عن الذبذبات والتصادم والحركة :

التربينات والمرفاعات	١٠٠
آلات ثابتة فى مكانها ولكنها تحدث اهتزازاً . . .	٥٠
المرفاعات المتنقلة :	
المرفاعات الكهربية العلوية	٢٥
المرفاعات اليدوية	١٠

مادة ١٠

القوة المركزية الطاردة

١ — عند ما يكون الخط الحديدى منحنياً أو عند ما تكون الخطوط الحديدية التى تسير عليها القطارات فوق الكوبرى منحنية يجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة عند تصميم الأعضاء لمواجهة الإجهادات التى تنشأ عن القوة المركزية الطاردة للحمل المتحرك وعن ارتفاع ظهر الخط المنحنى عن باطنه على أن يعتبر كل خط على الكوبرى محملا .

ولإيجاد القوة المركزية الطاردة للحمل المتحرك فوق الخط المنحنى تطبق المعادلة الآتية :

$$قم = \frac{ح س^٢}{١٢٧ نق}$$

قم = القوة المركزية الطاردة مقدرة بالطن وتعمل لحمل متحرك على ارتفاع مترين فوق سطح القضيب.

ح = اقصى حمل دنكلى مقدراً بالطن .

س = النهاية العظمى لسرعة القطار على الخطوط الرئيسية مقدرة بالكيلو مترفى الساعة، وفقاً لما هو مبين فى المواصفات الخاصة.

نق = نصف قطر المنحنى مقدراً بالمتر .

٢ — يجب فى التصميم مراعاة التأثير الديناميكى الناشىء عن الأحمال المتحركة وعن القوة المركزية الطاردة وفقا لما جاء فى المادة ٧ على أن تدخل فى الاعتبار الحالتين الآتيتين :

(ا) القطارات السريعة : تؤخذ القوة المركزية الطاردة ويؤخذ التأثير الديناميكى كاملا .

(ب) القطارات البطيئة : تهمل القوة المركزية الطاردة ويؤخذ نصف التأثير الديناميكى فقط .

٣ — لا يعمل أى إحتياط للإجهادات الناشئة عن القوة المركزية الطاردة فى تصميم أعضاء كبارى الطرق الواقعة فوق منحنيات مالم يكن هناك قاطرات ترام تسير على قضبان .

مادة ١١
التأثير الحرارى

عندما يكون أى جزء من إنشاء مقيداً بحيث لا يتمدد أو ينكمش تحت تأثير التغيرات الحرارية يجب أن يعمل حساب للإجهادات التى تنشأ عن هذا التقييد . ويكون معامل التمدد للفولاذ أو الخرسانة ٠,٠٠٠٠١ لكل درجة مئوية . وتؤخذ التغيرات الحرارية فى حدود ٣٠° أعلى أو أقل من درجة الحرارة العادية المحليـــة . أما فى الخرسانة العادية أو المسلحة أو الإنشاءات الحديدية المغلفة بخرسانة فتكون التغيرات الحرارية فى حدود ٢٠° ما لم ينص على خلاف ذلك .

وإذا تعرضت أجزاء الإنشاء لحرارة متغيرة فيجب أن يعمل حساب للإجهادات التى تنشأ عن هذا التغير فى حدود ١٥° مع مراعاة ما يأتى :

معامل المرونة للفولاذ والحديد المطاوع . ٢١٠٠ طن/سم٢
معامل المرونة للحديد الزهر . . . ١٠٠٠ طن/سم٢
معامل المرونة للخرسانة ٢١٠ طن/سم٢

مادة ١٢
ضغط الريح

١ — لحساب ضغط الريح على الكبارى يعتبر الريح حملا متنقلا غير خاضع للتأثير الديناميكى، كما يعتبر أنه أفقى ويعمل بزاوية انحراف بسيطة مع المحور العرضى للكوبرى ليكون له تأثير على أرضية الكوبرى وعلى المساحات المعرضة من الأجزاء الواقعة تحت الريح فى حالة الاطارات الشبكية المفتوحة . ويستنزل من هذه المساحات المساحة التى يحجبها حمل متحرك بصفة مؤقتة .

فيما يخص الرافدةالرئيسية الواقعة تحت الريح يؤخذ فى الحساب نصف المساحة المعرضة فقط إذا كان البعد بينها وبين الرافدة الرئيسية المواجهة للريح لا يتجاوز نصف ارتفاعها . أما إذا زاد البعد بينهما عن ضعف الارتفاع فتؤخذ المساحات بأكلها .

يؤخذ الحد الأقصى لضغط الريح ٢٥٠ كيلو جراما على المتر المسطح إذا كان الكوبرى خالياً من الأحمال المتحركة . أما إذا كانت عليه أحمال متحركة فيكون الضغط ١٥٠ كيلو جراماً على كل متر مسطح من المساحات المعرضة من الكوبرى ومن المساحات المعرضة من الحمل المتحرك . ويعتبر الضغط مؤثراً على الحمل المتحرك فى مركز ثقل مساحته المعرضة للريح . ويعتبر الارتفاع العملى للقطار فى كبارى السكة الحديد ثلاثة أمتار ونصف فوق سطح القضيب .

أما ارتفاع الجمهور والسيارات فيعتبر مترين فوق سطح الطريق.

ويؤخذ فى التصميم النهاية القصوى لتأثير ضغط الريح سواء أكان الكوبرى محملاأم خالياًوسواء أكانالريحيهب منهذا الجانبأم من ذاك .

٢ — فى المبانى الرأسية يكون ضغط الريح العمودى ١٠٠ كيلو جرام على كل متر مسطح إذا كان ارتفاع المبنى لايتجاوز ١٥ متراً . ويكون ١٢٥ كيلو جراماً على كل متر مسطح على الأجزاء التى تعلو الخمسة عشر متراً لغاية ارتفاع ٢٥ متراً. ويكون ١٥٠ كيلو جراما على كل متر مسطح على الأجزاء التى تعلو الخمسة والعشرين متراً .

فى الأسقف المائلة بوجه عام يحسب الضغط العمودى على كل متر مربع من السطح المائل من المعادلة الآتية :

$$ص_ع = ن ص$$

صـ ع = الضغط العمودى على كل متر مربع من السطح المائل.
صـ = ضغط الريح الأفقى السابق ذكره
مـ = معامل يستنتج من التجارب الديناميكية الهوائية ويتوقف على شكل المبنى وحجمه .

فاذا كانت زاوية ميل السقف بالنسبة للأفقى α وكان السطح مواجها للريح فيكون المعامل مـ كالآتى :

مـ = ١,٢ حا α — ٠,٤ .

أما إذا كان السطح تحت الريح يكون المعامل مـ كالآتى :

مـ = — ٠,٤

وإذا كانت علامة المعامل موجبة فإنها تدل على أن الريح ضاغط، أما إذا كانت علامته سالبة فتدل على أن الريح ماص .

مادة ١٣

القوة الفرملية

عند تصميم كبارى السكة الحديد يجب عمل الاحتياطات لمواجهة الاجهادات التى تنشأ عن الإيقاف الفجائى عند تشغيل الفرملة على الأحمال المتنقلة أثناء سيرها . وتعتبر القوة الفرملية كأنها تعمل على سطح القضيب وتساوى $\frac{1}{7}$ الحمل المتنقل على خط واحد . أما إذا كانت هناك خطوط متعددة فتعتبر القوة الفرملية على الخطوط الأخرى نصف هذا المقدار .

وعلى المصمم أن يأخذ فى حسابه تأثير القوة الفرملية على الأكتاف وعلى الدعائم التى تحمل الكراسى الثابتة .

عند تصميم أعضاء كبارى الطرق لا يعمل أى حساب للاجهادات الناشئة

عن القوة الفرملية على الأحمال المتحركة إلا فى الحالة التى تسير فيها عربات ترام فوق قضبان .

لا يؤخذ تأثير ديناميكى للإجهادات الناشئة عن القوة الفرملية .

تعتبر القوة الفرملية فى المرفاعات المتنقلة $\frac{١}{٧}$ جميع الأحمال الواقعة على العجلات عند ما تأخذ الوضع الذى يحدث أقصى تأثير على كل أعضاء الإنشاء الحامل .

مادة ١٤

تأثير الصدمات الجانبية

يجب اتخاذ الإحتياطات اللازمة فى تصميم كبارى السكة الحديد لمواجهة الإجهادات الناشئة عن تأثير الصدمات الجانبية التى تحدثها عجلات القاطرات على الشكالات والإطارات السائدة والإطارات الطرفية والكراسى ووصلات القضبان ودعائم الكوبرى .

ويعادل هذا التأثير قوة استاتيكية أفقية مقدارها ستة أطنان وتعمل عمودية على الخط عند سطح القضيب .

لا يؤخذ تأثير ديناميكى للإجهادات الناشئة عن هذه القوة .

فى تصميم الكبارى الواقعة على منحن لاتضاف الإجهادات الناتجة عن القوة المركزية الطاردة وعن الصدمات الجانبية بل يؤخذ الإجهاد الأكبر منهما فقط .

فى حالة المرفاعات يضاف التأثير الناتج عن ميل الحبال الرافعة إلى تأثير الصدمات الجانبية على كل عجله ، ويعتبر هذا التأثير كأنه قوة أفقية عرضية مقدارها $\frac{١}{١٠}$ أقصى رد فعل على العجلة .

مادة ١٥

مقاومة الكرسى للإحتكاك

تؤخذ مقاومة الإحتكاك فى حالة الكراسى المرتكزة على درافيل معادلة لثلاثة فى المائة من أقصى رد فعل ناتج عن الحمل الدائم والحمل المتنقل بدون أى تأثير ديناميكى .

فيما يختص بالكراسى التى ينزلق عليها الكوبرى تقدر مقاومة الإحتكاك بعشرين فى المائة من أقصى مقدار لرد الفعل السابق ذكره .

مادة ١٦

تقلص الخرسانة

يعتبر تقلص الخرسانة العادية والخرسانة المسلحة معادلا للتأثير الناتج عن انخفاض الحرارة ٢٠ درجة مئوية إذا كانت الخرسانة قد تحجرت تماما . ويخفض هذا المقدار إذا اتخذت طرق خاصة لتقليل تأثير التقلص .

مادة ١٧

هبوط الدعائم

فى الإنشاءات المرتكزة على أكتاف ودعائم معرضة لهبوط غير متجانس تحسب الإجهادات فى جميع الأعضاء والأجزاء المتأثرة به وتعتبر كأنها إجهادات إضافية (انظر المادة ٢٠) .

الباب الثانى

تصميم وتركيب الإنشاءات الحديدية والفولاذية

أولا : الإجهادات وأسهم الانحناء .

مادة ١٨

عند تصميم وتركيب الكبارى الحديدية والفولاذية والمبانى الإنشائية تطبق التعليمات الآتية والتوصيات المنصوص عليها فى المواصفات الخاصة .

ويحسب الإتزان المرونى بايجاد الإجهادات الناشئة فى جميع الأجزاء مع التحقق من أنها لا تتجاوز الإجهادات المسموح بها والمنصوص عليها فى هذه المواصفات عندما تكون الأجزاء معرضة لأسوأ الظروف من جراء تجميع الأحمال والقوى المبينة فى الباب الأول من هذه المواصفات . ولتنفيذ هذه التعليمات تطبق الطرق العلمية المعترف بها فى التصميم ، وتحسب الإنشاءات غير المعينة استاتيكيا بطريقة التغيرات المرونية فى الشكل . ويجب حساب الترخيم بحيث لا تتجاوز أسهم الإنحناء الحدود المنصوص عليها فيما بعد .

مادة ١٩

عند ما تكون الكبارى من النوع النفقى يراعى فى التصميم الأبعاد الخالصة المبينة فى الملحق رقم (٤) . وهذه الأبعاد كافية لأقصى انحراف فى أجسام العربات عند المنحنيات وعند ارتفاع الظهر عن البطن الذى تحدده مصلحة السكة الحديد .

والمفروض فى كبارى الطرق أن يكون عرض كل شريحة طولية من شرائح الأحمال المتنقلة ثلاثة أمتار ، ولهذا يحسن بقدر المستطاع أن يكون اتساع طريق المرور من مضاعفات هذا العرض . ويكون الخلوص الرأسى فى

الكبارى النفقية ممتداً على كل عرض الطريق وبارتفاع لا يقل عن ٤,٢٠ متر فوق حدبته . ويزاد هذا الارتفاع إلى ٤,٥٠ متر عندما يكون هناك مشروع لتسيير قطارات كهربائية ذات أسلاك هوائية .

وإذا اقتضت احتياجات الهيئات المحلية وجود خلوص أكبر مما ذكر وجب تنفيذ توصياتها .

مادة ٢٠

الإجهادات الأساسية والإجهادات الإضافية

١ — لإيجاد أقصى إجهادات فى الروافد الرئيسية تحسب ردود الأفعال والعزوم وقوى الجز والقوى على الروافد وأعضاء الروافد الشبكية تمهيداً لحساب ما يأتى :

أولا : الإجهادات الأساسية الناشئة عن :

(ا) الأحمال الدائمة .

(ب) الأحمال المتنقلة أو الأحمال المفروضة شاملة التأثير الديناميكى وتأثير القوى المركزية الطاردة .

(حـ) التأثير الحرارى .

ثانيا : الإجهادات الإضافية الناشئة عن :

(ء) ضغط الريح وتأثير الصدمات الجانبية .

(هـ) القوة الفرملية ومقاومة الإحتكاك على الكراسى .

(و) هبوط الدعائم .

وتعتبر الإجهادات الناشئة عن ضغط الريح إجهادات أساسية فى البروج وصوارى الإرسال وما شابهها من إنشاءات .

٢ — عند تصميم أى إنشاء تصمم أعضاؤه مبدئيا بحيث لا تتجاوز

الإجهادات الأساسية فى أية حالة من الحالات الإجهادات المسموح بها والمنصوص عليها فى المواد المسلسلة من ٢٨ إلى ٣٥ . ثم يراجع التصميم من حيث الإجهادات الإضافية للتحقق من أن مجموع الإجهادات الأساسية والإجهادات الإضافية لا يتجاوز فى أية حالة من الحالات الإجهادات المسموح بها والسابق ذكرها بأكثر من ٢٠٪

مادة ٢١

الإجهادات الثانوية

يجب تصميم الإنشاءات وتجهيزها بالورش وتركيبها فى محل العمل بحيث تكون الإجهادات الثانوية والإجهادات الناشئة عن لامركزية الأحمال أقل ما يمكن .

وتعرف الإجهادات الثانوية بأنها إجهادات انحناء لا يتوقف عليها إتزان الإنشاء بل هى مجرد إجهادات نشأت عن صلابة الوصلات التى اعتبرت كأنها وصلات مفصلية ملساء .

فى الإنشاءات العادية المبرشمة والملحومة والخالية من بانوهات فرعية لا يعمل حساب للإجهادات الثانوية عند تصميم أى عضو يكون عرضه مقاسا فى مستوى الأطار أقل من عشر طوله . أما إذا زادت النسبة على هذا المقدار أو كانت هناك بانوهات فرعية فتحسب الإجهادات الثانوية الناتجة عن انحراف الشكل الشبكى . وفيما يختص بقوائم الروافد الشبكية تعتبر إجهادات الإنحناء التى تطرأ عليها من عدم محورية اتصالها بالكمرة العرضية إجهادات ثانوية .

ويجب حساب الإجهادات التى تطرأ على الأعضاء الحاملة للأرضية وعلى شكالات الريح بسبب التغير فى أطوالها نتيجة للإجهادات التى تحدث فى الأعضاء الفوقية والأعضاء التحتية المجاورة لها .

ويجب دائماً ألا تزيد الإجهادات القصوى الناتجة عن الحمل المتنقل والشاملة للإجهادات الثانوية في أي عضو بأكثر من ٥٠٪ على الإجهادات الأساسية المسموح بها .

مادة ٢٢

إنقلاب الإجهاد

تصمم الأعضاء التي تتعرض أثناء مرور الحمل المتدحرج لإجهادات متقلبة (سواء أكانت محورية أم حانية أم جازة) بالطريقة الآتية :

أوجد أقصى قوة موجبة وأقصى قوة سالبة وأضف إلى كل منهما ٥٠٪ من صغراهما . ثم صمم العضو ليقاوم كلا من القوتين بعد زيادتهما ، ويستثنى من ذلك الوصلات ذات المسامير البرشامية أو المسامير اللولبية أو الوصلات الملحومة فإنها تصمم لتقاوم مجموع النهايات القصوى للقوتين .

عند تصميم شكالات الريح لا تضاف أية زيادة إذا أحدث ضغط الريح إنقلابا في الإجهادات ، بل يصمم الشكال ليقاوم أقصى قوة شد وأقصى قوة ضغط على ألا تتجاوز أقصى إجهادات التصميم ٧٠٪ من الإجهادات المسموح بها في الأعضاء الرئيسية .

في تصميم شكالات الريح الصليبية في مبنى إنشائي يمكن اعتبار الشكال المعرض للشد كأنه يعمل بمفرده إذا كان الساندان المجاوران لهذا الشكال قادرين على مقاومة القوة الضاغطة المقابلة .

مادة ٢٣

إجهادات التركيب

إذا كانت الإجهادات الناشئة في أي عضو أثناء التركيب ، بما في ذلك الإجهادات الناتجة عن وزن المرفاعات وضغط الريح ، تزيد بمقدار ٢٠٪ على

الإجهادات المسموح بها والمنصوص عليها فى المواد المسلسلة من ٢٨ إلى ٣٣ (الفقرة الثانية) فيجب إما زيادة مساحة المقطع أو اتخاذ أى احتياط آخر بحيث تبقى إجهادات التركيب داخل الحد المذكور .

مادة ٢٤

إجهادات الشد وإجهادات الإنحناء

يجب ألا يتجاوز إجهاد الشد الأقصى وإجهاد الضغط الأقصى فى الألياف الخارجية لأى عضو معرض لشد أو انحناء أو لشد وانحناء معا المقادير حم س المنصوص عليها فى المواد ٢٨ و ٢٩ و ٣٣ .

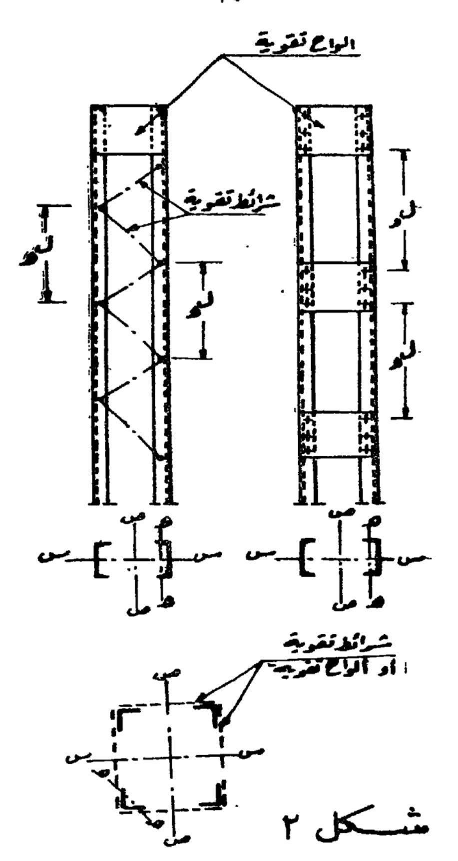
ويجب عند تصميم هذه الأعضاء أخذ المساحة الصافية للمقطع طبقا لما هو محدد فى المادة ٣٩ .

مادة ٢٥

الإجهادات الناشئة عن الضغط المركزى والإجهادات الناشئة عن الضغط اللامركزى

١ — عند تصميم الأعضاء المعرضة لضغط تؤخذ المساحة الكليه للمقطع كما هو مبين فى المادة ٣٩ . ولاتقاء خطر الإنبعاج يجب ألا يتجاوز أقصى إجهاد فى عضو أو جزء من عضو معرض لضغط مركزى المقادير حم ع المنصوص عليها فى المواد ٢٨ و ٢٩ و ٣٣ و ٣٤ . وفى هذه المعادلات تكون لع الطول الإنبعاجى المتأثر كما هو محدد فى المادة ٢٧ ويكون نوء الحد الأدنى لنصف قطر دوران مقطع العضو أو جزء العضو المشار اليه .

٢ — فى الأعضاء المعرضة لضغط مركزى والتى تتكون من أجزاء منفصلة تربطها شرائط تقوية أو ألواح تقوية فقط، كما هو مبين فى شكل ٢ ، يجب التأكد من قدرتها على مقاومة الإنبعاج بالطريقة الآتية :



شكل ٢

(ا) عندما يكون الإنبعاج فى المستوى (ص — ص) تستخرج الإجهادات المسموح بها فى الأعضاء باستعمال نسبة النحافة واستعمال المعادلات الخاصة بتصميم الأعضاء الكزة المبينة فى المواد ٢٧ و ٢٨ و ٢٩ و ٣٣ و ٣٤ .

(ب) عندما يكون الإنبعاج فى المستوى (س — س) تستبدل نسبة النحافة $\frac{ل_س}{نق_س}$ فى المعادلات السابقة بالمقادير الآتية :

أولا : للأعضاء المدعمة بشرائط تقوية وألواح تقوية عند أطرافها :

$$\sqrt{\left(\frac{ل_س}{نق_س}\right)^٢ + \left(\frac{ل_ه}{نق_ه}\right)^٢}$$

ثانياً : للأعضاء المدعمة بألواح تقوية فقط :

$$\sqrt{\left(\frac{ل_س}{نق_س}\right)^٢ + \left(\frac{١,٢٥ ل_ه}{نق_ه}\right)^٢}$$

و$ل_ه$ هى الطول الحر لكل جزء غير مقيد ومحصور بين مسامير البرشام التى تربط شرائط التقوية أو ألواح التقوية .

و$نق_ه$ = نصف قطر الدوران لجزء واحد حول المحور (ه — ه) .

(حـ) تصمم الأعضاء التى يربطها فى اتجاهين شرائط تقوية أو ألواح تقوية بنفس الطريقة المبينة فى الفقرة ٢ — ب للمحور (ص — ص) الذى يعطى أصغر عزم قصور ذاتى للمقطع كله، و$نق_ه$ للمحور (ه — ه) الذى يعطى أصغر عزم قصور ذاتى لجزء واحد غير مقيد .

(ى) تصمم شرائط التقوية وألواح التقوية ووصلاتها لتقاوم قوة جازة عرضية تعادل ٢٪ من أقصى قوة محورية ضاغطة فى العضو كله .

٣ ـ عندما يكون العضو معرضاً لقوة ضاغطة ى وعزم انحناء ع (عضو ضغط محمل تحميــــلا لامركزيا) يحسب الإجهاد الأقصى بتطبيق المعادلة الآتية :

$$ح_{ى} = ك \times \frac{ى}{س} + \frac{ع}{مم}$$

وفيها س = مساحة المقطع
مم = معدل المقطع

$$ك = \frac{ح_{مص}}{ح_{مع}}$$

حيث $ح_{مص}$ = الإجهاد المسموح به فى الضغط بدون انبعاج
$ح_{مع}$ = الإجهاد الإنبعاجى المسموح به

مادة ٢٦

الفتحات المتأثرة والأعماق المتأثرة

لحساب عزوم الانحناء والقوى الجازة تؤخذ الفتحات المتأثرة كما يأتى:
للكمرات والروافد اللوحية والشبكية: البعد بين نقطتى الارتكاز على الكراسى
للروافد العرضية : البعد بين محورى الرافدتين الرئيسيتين .
لكمرات الاتصال : البعد بين محورى الرافدتين العرضيتين .
أما الأعماق المتأثرة فتكون كما يأتى :
للروافد الشبكية : البعد بين مركزى ثقل الأعضاء الفوقية والأعضاء التحتية .

للروافد اللوحية : البعد بين مركزى ثقل الشفتين المتأثرتين (طريقة مساحة الشفة) .

مادة ٢٧

الأطوال الإنبعاجية المتأثرة

أولا — الطول المتأثر لع الذى يستخدم فى المعادلات الخاصة لإيجاد الإجهاد الإنبعاجى المسموح به فى عضو معرض لضغط يكون بوجه عام البعد بين نقطتى تثبيت العضو فى أى من الإتجاهين فى الفضاء .

أما فى الأعضاء المثبتة الأطراف بأعضاء أكبر منها مقاومة فيخفض الطول الإنبعاجى المتأثر إذا كانت أقصى الأحمال الضاغطة على الأعضاء المختلفة لا تعمل فى آن واحد .

ثانيا — فى الكبارى الشبكية العادية، مبرشمة كانت أو ملحومة ، تكون الأطوال الإنبعاجية المتأثرة كالآتى :

للأعضاء الفوقية والأعضاء التحتية :

١ — عندما يكون الإنبعاج فى مستوى الرافدة الرئيسية :

لع = البعد النظرى بين رؤوس البانوهات فى الروافد الرئيسية .

٢ — عند ما يكون الإنبعاج خارج مستوى الرافدة الرئيسية :

(ا) إذا كان العضو مسنوداً جانبياً بشكالات ريح أو باطارات قوية

لع = البعد النظرى بين نقط اتصال شكالات الريح أو الإطارات .

(ب) إذا كان العضو مسنوداً جانبياً باطارات رأسية مستعرضة مرنة وقادرة على مقاومة قوة أفقية تعادل $\frac{١}{١٠٠}$ من أقصى قوة فى العضو .

لع = ١٫٢٥ من البعد بين الإطارين المستعرضين .

(حـ) إذا كان العضو مسنوداً ببوابات فقط :

ل ع = البعد بين البوابات .

للأعضاء الجذعية فى الروافد الرئيسية :

(ا) عند ما يكون الإنبعاج فى مستوى الرافدة الرئيسية :

ل ع = ٠,٨ من البعد النظرى بين رءوس البانوهات فى الروافد الرئيسية .

(ب) عندما يكون الإنبعاج خارج مستوى الرافدة الرئسية :

١ — فى حالة الإطارات المثلثية البسيطة :

ل ع = الطول النظرى للعضو الجذعى .

٢ — فى حالة الأعضاء القطرية الصليبية :

ل ع = ٠,٨ من الطول النظرى للعضو القطرى .

٣ — فى حالة الأعضاء القطرية فى رافدة شبكية على شكل حرف K .

ل ع = ١,٢ من الطول النظرى للعضو القطرى .

مادة ٢٨

الإجهادات المسموح بها فى الفولاذ القياسى للإنشاءات

تصمم الإنشاءات بصفة عامة بحيث لا تتجاوز الإجهادات القصوى فى الفولاذ الإنشائى القياسى المنصوص عليه فى الملحق رقم ١ والذى يطلق عليه فولاذ صنف ٤٤ المقادير المبينة فى الجدول رقم (١) مقدرة بالكيلوجرام على السنتيمتر المربع .

مادة ٢٩

الإجهادات المسموح بها فى الفولاذ الإنشائى العادى

عند ما يستعمل الفولاذ العادى فى الإنشاءات ويكون من الصنف المنصوص عليه فى الملحق رقم ١ والذى يطلق عليه فولاذ صنف ٣٧ وعندما تعطى الضمانات الكافية من حيث صلاحيته يجب ألا تتجاوز الإجهادات

	أسباب الإجهاد	شد وانحناء	ضغط	إنبعاج		جز	جز على مسامير البرشام والمسامير الملولبة المخروطة	ضغط التخييل على مسامير البرشام والمسامير الملولبة المخروطة
				$\frac{\text{ل ع}}{\text{نق}_{\text{ء}}} < 100$	$\frac{\text{ل ع}}{\text{نق}_{\text{ء}}} > 100$			
١ــ إجهادات أساسية	حمل دائم حمل متنقل تأثير ديناميكى قوة مركزية طاردة تأثير حرارى	حم س ١٤٠٠	حم ص ١٣٠٠	(حم ع) $1300 - 0.07\left(\frac{\text{ل ع}}{\text{نق}_{\text{ء}}}\right)^2$	(حم ع') $6\left(1000\,\frac{\text{نق}_{\text{ء}}}{\text{ل ع}}\right)^2$	٩٠٠	١١٠٠	٢٨٠٠
٢ــ إجهادات أساسية وإجهادات إضافية	حمل دائم حمل متنقل تأثير ديناميكى قوة مركزية طاردة تأثير حرارى ضغط الريح قوة فرملية تأثير صدمات جانبية مقاومة الاحتكاك على الكراسى هبوط الدعائم	نفس المقادير المبينة فى البند الأول مضافا اليها ٢٠٪						

(جدول رقم ١)

	أسباب الإجهاد	شد وانحناء	ضغط	الإبعاج $\frac{ل_ع}{س_و} < ١٠٠$	الإبعاج $\frac{ل_ع}{س_و} > ١٠٠$	جز	جز على مسامير البرشام والمسامير اللولبية المخروطة	ضغط التحميل على مسامير البرشام والمسامير اللولبية المخروطة
		حم س	حم س	(حم ع)	(حم ع)			
١ ــ إجهادات أساسية	حمل دائم حمل متنقل تأثير ديناميكى قوة مركزية طاردة تأثير حرارى	١٢٠٠	١١٠٠	$١١٠٠ ــ ٠٫٠٥ \left(\frac{ل_ع}{س_و}\right)^٢$	$٦ \left(١٠٠٠ \frac{س_و}{ل_ع}\right)^٢$	٨٠٠	٩٦٠	٢٤٠٠
٢ ــ إجهادات أساسية وإجهادات إضافية	حمل دائم حمل متنقل تأثير ديناميكى قوة مركزية طاردة تأثير حرارى ضغط الريح قوة فرملية تأثير صدمات جانبية مقاومة الاحتكاك على الكراسى هبوط الدعائم	نفس المقادير المبينة فى البند الأول مضافا اليها ٢٠٪						

جدول رقم (٢)

القصوى فيه بأية حالة من الحالات المقادير المبينة فى الجدول رقم (٢) مقدرة بالكيلوجرام على السنتيمتر المربع .

مادة ٣٠

الإجهادات المسموح بها فى اللحام

عند استعمال الوصلات الملحومة وفقاً للتحفظات المبينة فى المادتين ٤٩ و ٥٠ والملحق رقم ١ ، وعندما تكون مادة الأعضاء المراد لحامها من النوع الذى تنطبق عليه مواصفات الفولاذ الأنشائى القياسى صنف ٤٤ أو الفولاذ الإنشائى العادى صنف ٣٧ ، يجب ألا تتجاوز الإجهادات القصوى فى مادة اللحام الإجهادات المنصوص عليها فيما يأتى :

١ — فى المبانى الإنشائية وفى الإنشاءات التى أنشئت خصيصاً لأحمال استاتيكية متنقلة تكون الإجهادات حم و المسموح بها فى الوصلة كما يأتى :

لحام طرفى	ضغط	١,٠٠ حص
	شد	,٧٠ حس
	جز	,٥٥ حس
لحام زاوى	كل أنواع الإجهادات	,٤٠ حس

وفى هذا الجدول :

حس = إجهاد الشد المسموح به فى المادة الأصلية المطلوب لحامها .

حص = إجهاد الضغط المسموح به فى المادة الأصلية المطلوب لحامها مع الإنبعاج أو بدونه ، حسب مقتضيات الأحوال .

٢ — فى كبارى الطرق والروافد الحاملة للرفاعات والإنشاءات المعرضة لقوى لها تاثير ديناميكى أو لقوى مترددة أو متغيرة يحسب الإجهاد حع

من الإجهادات القصوى فى الوصلة — سواء أكانت حداً أعلى أم حداً أدنى — على الوجه الآتى :

الاجهادات المسموح بها فى الوصلات الملحومة
تحت تأثير الاحمال الديناميكية على الانشاءات (حـل)

حـم = الاجهاد المسموح به فى الانشاءات المحملة تحميلا استاتيكيا

شكل ٣

عندما يكون $+ ٠,٥٠ < \frac{\text{حـ}_{\text{أدنى}}}{\text{حـ}_{\text{أعلى}}} < + ١$

يكون $\text{حـ}_{\text{ل}} = \text{حـ}_{\text{م}}$

وعندما يكون $- ١,٠ < \frac{\text{حـ}_{\text{أدنى}}}{\text{حـ}_{\text{أعلى}}} < + ٠,٥٠$

يكون $\text{حـ}_{\text{ل}} = \frac{٥}{٦}\,\text{حـ}_{\text{م}} \left(١ + ٠,٤ \frac{\text{حـ}_{\text{أدنى}}}{\text{حـ}_{\text{أعلى}}}\right)$

وفيها تمثل $\text{حـ}_{\text{أدنى}}$ و $\text{حـ}_{\text{أعلى}}$ الحد الأدنى والحد الأعلى للقيمة العددية للإجهادات فى الوصلة وتمثل $\text{حـ}_{\text{م}}$ الإجهاد المسموح به فى وصلات إنشاء

معرض لحمل استاتيكى متنقل كما هو مبين فى الفقرة (ا) .

٣ — فيما يخص أجزاء كبارى السكة الحديد تكون الإجهادات المسموح بها كما هو منصوص عليها فى المواصفات الخاصة .

مادة ٣١

الإجهادات المسموح بها فى الفولاذ ذى المقاومة العالية

عندما يراد استعمال فولاذ له مواصفات خاصة وتركيب كيماوى خاص ويكون الحد الأعلى لمقاومته للشد أكبر من الحد الأعلى لمقاومة الفولاذ الإنشائى القياسى صنف ٤٤ المنصوص عليه فى الملحق رقم (١) فيجب أن يكون ذلك بتصريح خاص وبضمانات مقبولة، ويجب أن يحدد فى المواصفات الخاصة مقدار الإجهادات التى يسمح باستعمالها فى التصميم .

مادة ٣٢

الإجهادات المسموح بها فى فولاذ الزهر وفولاذ الطرق

١ — يجب ألا تتجاوز الإجهادات المسموح بها للشد والضغط والإنحناء فى فولاذ الزهر صنف ٤٤ المنصوص عليه فى الملحق رقم (١) الإجهادات المسموح بها والمنصوص عليها فى المادة ٢٨ للفولاذ الإنشائى صنف ٤٤ .

ويجب ألا تتجاوز الإجهادات المسموح بها للشد والضغط والإنحناء فى فولاذ الزهر صنف ٥٥ المنصوص عليه فى الملحق رقم (١) الإجهادات المسموح بها والمبينة فى المادة ٣٥ .

٢ — يجب ألا تتجاوز الإجهادات المسموح بها فى فولاذ الطرق صنف ٥٦ المنصوص عليه فى الملحق رقم (١) الإجهادات المسموح بها والمبينة فى المادة ٣٥ .

	أسباب الاجهاد	شد وانحناء	ضغط	انبعاج		جز	جز على مسامير البرشام والمسامير الملولبة المخروطة	ضغط التحميل على مسامير البرشام والمسامير الملولبة المخروطة
				$\frac{ل_ع}{نق_و} < ١٠٠$	$\frac{ل_ع}{نق_و} > ١٠٠$			
١ ـ إجهادات أساسية	حمل دائم حمل متنقل تأثير ديناميكى قوة مركزية طاردة تأثير حرارى	١٠٠٠	٩٠٠	$٩٠٠ - ٠٫٠٤ \left(\frac{ل_ع}{نق_و}\right)^٢$	$٥ \left(١٠٠٠ \frac{نق_و}{ل_ع}\right)^٢$	٦٠٠	٨٠٠	٢٠٠٠
٢ ـ إجهادات أساسية وإجهادات إضافية	حمل دائم حمل متنقل تأثير ديناميكى قوة مركزية طاردة ضغط الريح تأثير حرارى قوة فرملية تأثير صدمات جانبية مقاومة الاحتكاك على الكراسى هبوط الدعائم	تقس الاجهادات المبينة فى البند الأول مضافا إليها ٢٠ ٪						

جدول رقم (٣)

مادة ٣٣

الإجهادات المسموح بها فى الحديد المطاوع

١ — عندما يستعمل حديد مطاوع من الصنف المنصوص عليه فى الملحق رقم (١) يجب ألا تتجاوز الإجهادات المسموح بها فى أية حالة من الحالات المقادير المبينة فى الجدول رقم (٣) مقدرة بالكيلو جرام على السنتيمتر المربع . وفى هذا الجدول ل ع و نق ى هما الرمزان اللذان حددتهما المادة ٢٥ الخاصة بالتأكد من منع خطر الإنبعاج .

٢ — تنطبق هذه الإجهادات المسموح بها على أى إنشاء فولاذى أنشىء قبل عام ١٩٠٠ .

مادة ٣٤

الإجهادات المسموح بها فى الحديد الزهر

لا يستعمل الحديد الزهر فى أى عضو من كوبرى أو مبنى هام إلا إذا كان معرضا لضغط مباشر .

ويجب ألا تتجاوز الإجهادات المسموح بها فى مادة الحديد الزهر صنف ١٤ والمنصوص عليها فى الملحق رقم (١) ٤٠٠ كيلو جرام على السنتيمتر المربع فى حالة الشد و ١٠٠٠ كيلوجرام على السنتيمتر المربع فى حالة الضغط وذلك عند ما يكون الإنشاء معرضا للإجهادات الأساسية المبينة فى المادة ٢٠

وللتأكد من قدرته على مقاومة الإنبعاج تطبق المعادلة الآتية الخاصة بالإجهاد المسموح به ، مقدراً بالكيلو جرام على السنتيمتر المربع ، فى جميع الإجزاء المعرضة لقوى ضاغطة .

$$ح_{مع} = \frac{١٠٠٠}{١ + ٠,٠٠٠٧ \left(\frac{ل_ع}{نق_ى} \right)^{٢}}$$

وفى هذه المعادلة لع وبوء هما الرمزان اللذان حددتهما المادة ٢٥ .

مادة ٣٥

الإجهادات المسموح بها فى الكراسى والمفصلات

١ — يبين الجدول الآتى الإجهادات المسموح بها (مقدرة بالكيلوجرام على السنتيمتر المربع) فى أجزاء الكراسى والمفصلات المصنوعة من الحديد الزهر أو الفولاذ الزهر أو فولاذ الطرق ، المنصوص عليها فى الملحق رقم (١) أثناء تعرضها لانحناء أو ضغط .

المادة	إجهادات أساسية	
	إنحناء	ضغط
حديد زهر صنف ١٤	٤٠٠ شد ١٠٠٠ ضغط	١٠٠٠
فولاذ زهر صنف ٥٥	١٨٠٠	١٨٠٠
فولاذ طرق صنف ٥٦	٢٠٠٠	٢٠٠٠

ويمكن زيادة الإجهادات المبينة أعلاه بمقدار ٢٠٪ إذا أخذنا فى التصميم أكبر مجموع للإجهادات الأساسية والإجهادات الإضافية .

٢ — فيما يختص بالكراسى الثابتة والكراسى المتحركة ذات الدرفيل الواحد أو الدرفيلين تكون إجهادات التحميل المسموح بها ، مقدرة بالكيلو جرام على السنتيمتر المربع ، كما هو مبين فيما بعد باعتبار أن أسطح التماس بين أجزاء الكرسى المختلفة خطوط أو نقط وأن التصميم قد أجرى وفقا لمعادلة هرتز .

٥٠٠٠ للحديد الزهر صنف ١٤

٦٥٠٠ للفولاذ المسحوب صنف ٤٤

٨٥٠٠ للفولاذ الزهر صنف ٥٥

٩٥٠٠ لفولاذ الطرق صنف ٥٦

وهذا على أساس أن الكراسى معرضة فقط للإجهادات الأساسية المبينة فى مادة (٢٠) .

٣ — يجب ألا تتجاوز ردود الأفعال المسموح بها على درافيل التمدد الإسطوانية المقادير الآتية المستخرجة من معادلة هرتز .

حديد زهر صنف	١٤	٦٨	ق × ل كيلو جرام
فولاذ مسحوب صنف	٤٤	٥٥	ق × ل »
فولاذ زهر صنف	٥٥	٩٥	ق × ل »
فولاذ طرق صنف	٥٦	١١٧	ق × ل »

حيث ق = قطر الدرفيل مقدرا بالسنتيمتر

ل = طول الدرفيل » »

وفى حالة الكراسى المتحركة التى ترتكز على أكثر من درفيلين ، أى التى تكون القوة الضاغطة عليها غير موزعة بالتساوى على جميع الأجزاء ، تخفض ردود الأفعال المسموح بها بمقدار ٢٠٪

٤ — عندما تكون الكراسى ذات مسامير مفصلية إسطوانية مصنوعة من فولاذ زهر يحسب قطر المسمار من المعادلة الآتية :

$$ق = \frac{٤ ر}{٣ ل}$$

حيث ق = قطر المسمار بالسنتيمير

ر = رد الفعل بالطن

ل = طول المسمار بالسنتيمتر

ويجب ألا يتجاوز ضغط التحميل بين المسمار المفصلي المصنوع من فولاذ زهر أو فولاذ طرق وألواح التجميع ٢٤٠٠ كيلو جرام على السنتيمتر المربع

٥ — عندما تكون الكراسي المنزلقة مصنوعة من سبائك نحاسية صلبة يجب ألا يتجاوز ضغط التحميل الواقع عليها ٣٠٠ كيلو جرام على السنتيمتر المربع بما في ذلك التأثير الديناميكي على الحمل المتنقل .

مادة ٣٦

مساحة القواعد أو الوسادات

يجب أن تحسب مساحة القواعد أو الوسادات بحيث لا يتجاوز الضغط الناتج عن الإجهادات الأساسية على مواد الأحجار المكونة للقاعدة أو الوسادة المقادير المبينة في الجدول الآتي والمقدرة بالكيلو جرام على السنتيمتر المربع :

نوع الأحجار الحاملة	الضغط المسموح به
١ — عندما يكون الضغط على ألواح من الرصاص أو على طبقة اسمنتية بين اللوح المعدني الحامل و :	
(ا) الأحجار الحاملة المصنوعة من الجرانيت أو البازلت أو ما يماثلها من الأحجار الصلدة	٤٠
(ب) الوسادة الخرسانية المسلحة بأطواق مستديرة أو المسلحة تسليحا ثقيلا تحت الكراسي	٧٠
٢ — الضغط بين الأحجار الحاملة أو الوسادات والمبنى الواقع تحتها إذا كان مصنوعا من :	
(ا) خرسانة أو أحجار منحوتة صلدة	٢٥
(ب) مباني بالدبش على شكل ترابيع أو مباني بالطوب	١٥

ويمكن زيادة الضغوط المبينة بالجدول بمقدار ٢٠٪ إذا أخذ فى التصميم أكبر مجموع للإجهادات الأساسية والإجهادات الإضافية .

وفى حالة كراسى التمدد التى ليس لها درافيل تخفض الضغوط المبينة بالجدول بمقدار ٥٠٪ .

مادة ٣٧

الإتزان والتثبيت ضد الانقلاب

يجب تثبيت الإنشاءات ضد أى انقلاب كلما دعت الحاجة لذلك كما يجب أن تثبت الإنشاءات بقواعدها بحيث تزيد عزوم التثبيت على عزوم القوى الطولية والجانبية الأفقية التى تعرض الإنشاء للإنقلاب بمقدار ٥٠٪ .

ويجب مراعاة الحالات الآتية فى الكبارى :

(ا) عندما يكون الكوبرى محملا تحميلا كاملا .

(ب) عندما يكون الكوبرى غير محمل وعليه ضغط ريح قدره ٢٥٠ كيلوجراما على المتر المربع .

(ﺣ) عندما يكون الكوبرى للسكة الحديد وعليه خط واحد أو أكثر ويكون محملا وعليه ضغط ريح مقداره ١٥٠ كيلوجراما على المتر المربع يعتبر الخط الواقع تحت الريح محملا بعربات فارغة تزن ١,٢٥ طن لكل متر طولى بدون أى تأثير ديناميكى .

(د) عندما يكون الكوبرى للطرق محملا وعليه ضغط ريح مقداره ١٥٠ كيلوجراما على المتر المربع يعتبر جانب الطريق الواقع تحت الريح محملا بقطار مكون من عربات مستمرة يزن ٢,٠ طن لكل متر طولى .

(ﻫ) تؤخذ الاحتياطات اللازمة لمواجهة الحالة أو الحالات التى يحتمل تجمعها لتحدث أعظم تأثير .

مادة ٣٨

أسهم الإنحناء المسموح بها

يجب ألا يتجاوز بأى حال من الأحوال الترخيم المرونى فى الروافد تحت تأثير الحمل المتنقل غير شامل التأثير الديناميكى المقادير المستخرجة من النسب الآتية بين أسهم الإنحناء وطول الفتحة :

كبارى السكة الحديد . . . $\frac{١}{٩٠٠}$
كبارى الطرق وكبارى المشاة $\frac{١}{٧٠٠}$
المبانى الإنشائية . . . . $\frac{١}{٤٠٠}$

ثانياً : تفصيلات التصميم والتركيب .

مادة ٣٩

المساحات المقطعية ـ القطر المتأثر ومساحة التحميل المتأثرة فى المسامير البرشامية والمسامير اللولبية

١ — يراعى فى أعضاء الشد أخذ المساحة المتأثرة الصافية للمقطع . وتكون هذه المساحة أقل مساحة يمكن تعيينها بقطع كل جزء من العضو بمستوى أو بمستويات عمودية على محوره أو تكون مترنحة ومارة بثقوب المسامير البرشامية المتجاورة . وفى كل حالة تستنزل مساحات مقاطع ثقوب جميع المسامير البرشامية والمسامير اللولبية الداخلة فى المساحة الكلية للمقطع . وعندما تقاس مساحة أى جزء من المقطع على مستوى قطرى لا يؤخذ فى حساب المساحة المتأثرة غير أربعة أخماس المساحة الصافية من هذا الجزء ، على أن يكون الحد الأدنى لهذه المساحة مساويا للمساحة التى يحصل عليها باعتبار أن الثقوب كلها واقعة فى مستوى عمودى واحد .

أما فى أعضاء الضغط فتؤخذ المساحة الكلية للمقطع إلا فى الحالة التى

تكون فيها الثقوب لمسامير لولبية خام فعندئذ تستنزل مساحات مقاطع الثقوب من المساحة الكلية .

فى حساب إجهادات الجز فى الروافد اللوحية والكمرات المشكلة يؤخذ عزم القصور الذاتى والعزم الاستاتيكى للمساحة الكلية .

٢ — تعتبر أقطار ثقوب المسامير البرشامية المبينة على الرسومات كأنها الأقطار المتأثرة للمسامير .

أما مساحة التحميل المتأثرة فى المسامير البرشامية والمسامير اللولبية المحكمة التركيب فتساوى حاصل ضرب القطر فى طول التحميل . ويستثنى من ذلك المسامير البرشامية الغاطسة الرأس حيث يستنزل من طول التحميل نصف الطول الغاطس .

عندما تكون المسامير اللولبية معرضة لشد طولى يكون القطر المتأثر للمسمار هو قطر سن اللولب .

مادة ٤٠

تماثل المقاطع ومركزيتها

يجب أن تكون جميع المقاطع متماثلة بقدر الإمكان بالنسبة للمستوى المحورى للرافدة، سواء أكانت لوحية أم شبكية . ومن الأوفق أن تكون مقاطع الأعضاء الجذعية متماثلة على مستويين .

ويجب بقدر المستطاع أن تكون جميع الوصلات المبرشمة أو الملحومة أو المفصلية متماثلة لمنع لامركزية القوى .

وكمبدأ عام يجب عندما تتقابل الأعضاء فى وصلة ما أن تلتقى خطوط محاورها فى نقطة واحدة .

وإذا كانت زوايا أعضاء الشد على جانب واحد من لوح التجميع فيكون مقطعها المتأثر عبارة عن المساحة الصافية لمقطع السيقان المتصلة بلوح التجميع مضافا اليها نصف مساحة مقطع السيقان الأخرى .

أما إذا كانت الزوايا لأعضاء ضغط فتعتبر المساحة الكلية لمقطع الزوايا متأثرة ، ويؤخذ إجهاد الإنبعاج المسموح به ٦٠٪ من الإجهاد المسموح به عندما يكون العضو محملا تحميلا مركزيا .

مادة ٤١

الحد الأدنى للمقاطع

يبين الجدول الآتى أقل أبعاد ، مقدرة بالمليمتر ، للمقاطع التى تستعمل فى الأعمال الإنشائية الفولاذية :

المقطع	كبارى السكة الحديد	كبارى الطرق	المبانى
زوايا متساوية	٨ × ٧٥ × ٧٥	٧ × ٦٥ × ٦٥	٥ × ٤٥ × ٤٥
زوايا غير متساوية	٨ × ٥٠ × ٧٥	٧ × ٥٠ × ٦٥	٥ × ٣٠ × ٤٥
كمرات مشكلة	٩٠ × ٢٠٠	٧٤ × ١٦٠	٥٨ × ١٢٠
	١١,٣ × ٧,٥	٩,٥ × ٦,٣	٧,٧ × ٥,١
كمرات مجرى	٦٥ × ١٦٠	٥٥ × ١٢٠	٤٥ × ٨٠
	١٠,٥ × ٧,٥	٩ × ٧	٨ × ٦
ألواح	٨	٨	٥

ويمكن استعمال مقاطع أصغر من المقاطع المبينة فى هذا الجدول فى شرائط التقوية والأعضاء الثانوية كالدرابزونات والدراوى والمناور والسلالم وما شابهها .

ويجب من باب الإحتياط زيادة مساحة المقطع المصمم لمقاومة قوى معينة ضد تأثير الصدأ المحتمل حصوله بسبب التأثيرات الجوية أو أى عوامل أخرى . ويؤخذ هذا الإحتياط أيضاً عندما يكون من العسير الوصول إلى أجزاء بعض الأعضاء لدهانها من الناحيتين . وفى مثل هذه الحالات يجب

أن تزاد الأسماك المبينة بالجدول سالف الذكر بمقدار ملليمترين على الأقل

مادة ٤٢

أرضيات كبارى السكة الحديد

الأنواع : تكون أرضيات كبارى السكة الحديد إما من الطراز الخشبى المفتوح أو من الطراز الزلطى ، وفى الحالة الأخيرة يجب ألا يقل سمك طبقة الزلط تحت الفلنكات عن ٢٠ سنتيمتراً .

الأعضاء الحاملة للأرضية : تراعى الكزازة بوجه خاص عند تصميم الأعضاء الحاملة للأرضية بجعلها عميقة بقدر ماتسمح به العوامل الإقتصادية والخلوص التحتى .

ويجب بقدر المستطاع ألا يقل عمق كمرات الإتصال والروافد العرضية المركبة عن $\frac{١}{٨}$ فتحتها .

ويجب تطبيق التعليمات الخاصة بالروافد اللوحية (مادة ٤٤) على الروافد العرضية المركبة وكمرات الإتصال المركبة .

وتحسب مقاومة الكمرات المشكلة على أساس معدل قطاعها ، ويحسن ألا يقل عمقها عندما تستعمل كروافد أو كأرضيات كزة عن $\frac{١}{١٢}$ من الفتحة .

وتعتبر المقاطع الفولاذية الإنشائية المغلفة بطبقة من الخرسانة كأنها تقاوم بمفردها الأحمال الدائمة والأحمال المتنقلة شاملة التأثير الديناميكى . وفى هذه الحالة يمكن زيادة الإجهادات بمقدار ١٥ ٪ على الإجهادات المسموح بها والمنصوص عليها فى المادتين ٢٨و٢٩ باعتبار أن مادة التغليف لاتتحمل أية إجهادات ما لم ينص على خلاف ذلك . ويعتبر الحمل المتنقل المنصوص عليه كأنه حمل موزع بانتظام وتماثل على شريحة عرضها ٣٫٥ متر .

كمرات الإتصال : يحسن أن تكون كمرات الإتصال ذات مقطع مشكل

مثل حرف I وأن يكون البعد بين محاورها من ١٧٠ إلى ١٨٠ سنتيمترا ، وأن تتكون من كمرات مستقلة بين الكمرات العرضية ومثبتة بها ، أو من كمرات مستمرة على باكوهين أو أكثر فوق الكمرات العرضية . وفى تصميم كمرات الإتصال المستمرة تؤخذ العزوم الحانية الآتية :

العزم الحانى الموجب فى الفتحات الطرفية ٠,٩٠ ع

العزم الحانى الموجب فى الفتحات الداخلية ٠,٨٠ ع

العزم الحانى السالب عند نقط التحميل ٠,٧٥ ع

حيث ع هى أقصى عزم حان فى رافدة مرتكزة ارتكازاً حراً عند طرفيها .

وتطبق العزوم الحانية المبينة أعلاه فى تصميم كمرات الإتصال الواقعة بين رافدتين عرضيتين وتكون مجهزة بألواح فوقية وأخرى تحتية قادرة على مقاومة العزوم الحانية السالبة عند نقط الإرتكاز والتثبيت . أما فى جميع الحالات الأخرى فتصمم كمرات الإتصال كأنها كمرات مرتكزة إرتكازاً حراً على دعائم صلدة .

وإذا لم تستعمل أرضية زلطية فى الكبارى السطحية المشطورة فيجب أن تكون نهايات الروافد اللوحية السطحية وكمرات الإتصال عند الأكتاف عمودية على الخط الحديدى .

وعندما تزيد أطوال كمرات الإتصال على أربعة أمتار يجب تدعيمها بإطارات تقوية عرضية .

وإذا استعملت الكمرات المشكلة فى أعمال مؤقتة فيجب ألا يزيد عددها على ٤ تحت كل قضيب ، على أن تكون متماثلة الوضع بالنسبة له . ويجب أن تكون المجموعة مدعمة بحواجز تقوية ذات جذوع لوحية بالقرب من أطرافها وفى نقط متوسطة بحيث لا يزيد البعد بين حاجزين متتاليين على

١٢ مرة عرض شفة الكمرة . أما الوسادات اللوحية فيجب أن تكون مستمرة تحت كل مجموعة . وتستخدم الكزازات الطرفية وفقاً لما تقضى به المادة ٤٤ .

الروافد العرضية : يحسن أن تكون الروافد العرضية عمودية على الروافد الرئيسية، لوحية كانت أم شبكية ، ويجب أن تكون متصلة بها اتصالا متيناً . ويجب أن تكون الشكالات التحتية مثبتة بالأعضاء التحتية للروافد الرئيسية والروافد العرضية على السواء . أما الكوابيل الجانبية للشايات فيجب وصلها بالطريقة التى بها تنقل إجهادات الإنحناء مباشرة إلى الروافد العرضية .

يجب أن تصمم الروافد العرضية التى فى نهايتى الكوبرى بحيث تكون صالحة لأن يركب عليها الروافع اللازمة لرفع الجزء العلوى من الإنشاء . وفى هذه الحالة يمكن زيادة الإجهادات المسموح بها بمقدار ٥٠ ٪ .

٤٣

شكالات الكبارى

الشكالات العرضية : فيما عدا الكبارى ذات الفتحات الصغيرة وذات الأرضية الصماء تعمل الشكالات العرضية فى جميع الكبارى بحيث تمتد من أول الكوبرى إلى آخره ، على أن تكون قادرة على أن تنقل إلى كراسى الإرتكاز كل القوى الجانبية الناتجة عن ضغط الريح وعن الصدمات الجانبية والقوة المركزية الطاردة .

باستثناء الكبارى السطحية التى تقل فتحتها عن ١٥ مترا يجب أن تزود جميع الكبارى بشكالات عرضية تحتية .

ويجب عمل شكالات عرضية فوقية فى الكبارى السطحية وفى الكبارى النفقية التى بها خلوص كاف .

وإذا كانت الشكالات العرضية من الطراز المزدوج وكانت أعضاؤها مصممة لتكون أعضاء شد وضغط فيمكن اعتبار الشكالات المتقاطعة فعالة فى وقت واحد . وإذا كانت الشكالات العرضية مكونة من أقطار متقاطعة وضواغط فيجب تخفيض الإجهادات المسموح بها بمقدار ٢٠٪ من المقادير المنصوص عليها فى مادة ٢٢ وذلك لمواجهة تأثير الإنفعالات التى تطرأ على الأعضاء الفوقية والأعضاء التحتية للروافد الرئيسية نتيجة للأحمال الرأسية .

يجب ألا تزيد نسبة النحافة $\frac{ل}{ع}$ على ١٤٠ فى أعضاء الضغط و ٢٠٠ فى أعضاء الشد ، كما يجب ألا يقل عمق أعضاء الضغط عن $\frac{١}{٤٠}$ من طولها غير المقيد .

البوابات الشكالية عند مدخل الكوبرى والإطارات المستعرضة الداخلية : فى جميع الكبارى التى بها شكالات عرضية فوقية وشكالات عرضية تحتية يجب أن يكون عند مداخلها بوابة إنشائية قادرة على أن تنقل إلى الكراسى ردود الأفعال الأفقية الناتجة من الشكالات العرضية الفوقية . وفى حالة الكبارى النفقية تتكون البوابات من إطارات مقفولة شاملة الروافد العرضية والقائمين الرأسيين الطرفيين وضاغطاً فوقياً عميقاً بقدر الإمكان . أما فى الكبارى السطحية فتتكون الإطارات الرأسية المستعرضة من النوع الكز .

فى جميع كبارى السكة الحديد وفى كبارى الطرق السطحية يجب أن يكون هناك إطارات شكالية رأسية مستعرضة عند نهاية كل ثالث بانوه على الأقل وذلك لزيادة كزازة الكوبرى .

يجب أن يكون بكبارى الطرق السطحية ذات الروافد اللوحية والشكالات

الفوقية إطارات رأسية وسطى لا يقل البعد بين كل اثنين متتالين منها عن أربعة أمتار .

تدعيم الشفاه الفوقية فى الكبارى النفقية : فى الكبارى الشبكية التى ليس بها شكالات عرضية فوقية وفى الروافد اللوحية للكبارى النفقية المفتوحة يجب تدعيم الأعضاء والشفاه الفوقية عند رأس كل بانوه بإطار مفتوح من أعلى . ويتكون هذا الإطار من الكمرة العرضية والقائمين أو من الكمرة العرضية وكزازات مثبتة تثبيتا محكما بواسطة ألواح مثلثية سانده ذات أبعاد كافية بقدر ما يسمح به الخلوص المبين فى المواصفات . وتصمم هذه الإطارات المفتوحة لتقاوم القوى العرضية المبينة فى المادة ٢٧ .

شكالات كمرات الإتصال والشكالات اللازمة لمقاومة القوى الفرملية : لمنع الإنحناء الجانبى فى كمرات الإتصال والروافد العرضية فى كبارى السكة الحديد يجب عمل مجموعة من الشكالات لمقاومة تأثير الصدمات الجانبية والقوى الفرملية ، أما إذا كانت الأرضية أحد الأنواع الكزة الصماء فيمكن الإستغناء عن هذه الشكالات .

مادة ٤٤
الروافد اللوحية للكبارى

عموميات : يمكن تصميم الروافد اللوحية بطريقة مساحة مقطع الشفة باعتبار أن إجهادات الجز موزعة بانتظام على الجذع وأن إجهادات الانحناء موزعة بانتظام على الشفتين اللتين يتكون كل منهما من المساحة الصافية لألواح الشفة وزواياها و $\frac{1}{8}$ مساحة الجذع إذا كان الوصل بالمسامير البرشامية أو $\frac{1}{6}$ مساحة الجذع إذا كان الوصل باللحام .

ويمكن تصميم الروافد اللوحيــة أيضاً بطريقة عزم القصور الذاتى على

أن تستنزل مساحات مقاطع ثقوب المسامير البرشامية من شفتى الشد و الضغط.

وعند ما يكون عرض شفة الضغط أقل من $\frac{١}{١٢}$ من الطول غير المقيد يجب التحقق من قدرتها على مقاومة الإنبعاج الجانبي باعتبارها عضو ضغط ينطبق عليه المواصفات المبينة فى المواد ٢٧ و ٢٩ و ٣٣ .

مقاطع الشفاة : يجب أن تكون مساحة زوايا الشفة الجزء الأكبر من مساحتها بقدر ما تسمح به الظروف العملية ، كما يجب أن يكون عدد ألواح الشفة أقل ما يمكن .

وللحصول على توزيع الإجهادات توزيعا منتظما على مقطع ألواح الشفة يجب ألا تبرز الألواح عن خط المسامير البرشامية الخارجية التى تربطها بالزوايا أكثر من ١٦ مرة سمك أرفع لوح خارجي. وعند ما تحتوى الشفة على لوح واحد يجب ألا يزيد بروزه على تسعة أمثال سمكه .

وعند ما يكون الوصل باللحام يحسن أن تكون الشفة من لوح واحد يتغير سمكه حسب الإحتياج .

ويجب تحديد أطوال ألواح الشفة من الرسم البيانى لأقصى عزوم حانية بحيث لا تزيد الإجهادات الفعلية عند نقط التغيير فى المقطع على الإجهادات الفعلية فى المقطع الأوسط .

أما مقاومة ألواح الوصل ومقاومة المسامير البرشامية أو مقاومة اللحام اللازم لها فيجب أن تكون مساوية للمقاومة الكلية للشفاة محسوبة على أساس الإجهادات المسموح بها .

ويجب أن يكون فى نهاية كل لوح من ألواح الشفة عدد من المسامير البرشامية لا تزيد خطوتها على أربعة أمثال ونصف قطرها وتكون مقاومتها مساوية لمقاومة اللوح . ويجب أن يحتوى الجزء الخارج عن النهاية النظرية

للوح على $\frac{٣}{٤}$ عدد المسامير البرشامية المشار اليها على الأقل .

فى حالة الروافد اللوحيـة الملحومة يجب أن يكون اللحام مستمراً بين الجذع وألواح الشفة وكذلك بين الألواح بعضها ببعض .

ألواح الجذع : فى الروافد اللوحيـة التى ترتكز ارتكازا حرا يحسن ألا يقل ارتفاع الجزع عن $\frac{١}{١٠}$ الفتحة فى حالة كبارى السكة الحديد ، وألا يقل عن $\frac{١}{١٢}$ من الفتحة فى حالة كبارى الطرق .

يجب ألا يقل سمك لوح الجذع فى أية حالة من الحالات عن $\frac{١}{١٧٠}$ من ارتفاعه غير المقيد (البعد الخالص بين زوايا الشفتين) .

يجب ألا يقل معامل الأمن عند حساب مقاومة الجذع للإنبعاج عن ٢ ، على أن يدخل التـأثير الديناميكى فى الحساب . أما الإجهادات الحرجة فتحسب بإحدى الطرق المعترف بصلاحيتها .

ويجب أن تصمم الوصلة فى ألواح الجذع بحيث تكون مقاومتها معادلة لأقصى مقاومة للجذع ضد الجز والإنبعاج .

كزازات الجذع : تثبت الـكزازات فى الروافد اللوحية فوق الكراسى وعند النقط التى عليها أحمال مركزة . ويحسن أن تتكون الـكزازات الطرفية من أربع زوايا أو من قضيبين غير معقوفين وعلى شكل حرف T . أما الـكزازات الوسطى فيحسن أن تتكون كل منها من زاويتين .

عند ما يقل سمك الجذع عن $\frac{١}{١٧٠}$ من البعد غير المقيد بين زوايا الشفتين يجب تدعيم لوح الجذع بكزازات وسطى على طوله الكامل . ويجب ألا يقل البعد الخالص بين كزازتين متتاليتين عن ١٨٠ سنتيمترا أو عن المقدار الذى تعينه المعادلة الآتية :

$$= \frac{2800\ س}{\sqrt{ه}} \text{ سنتيمترا}$$

عند ما تكون س = سمك الجذع بالسنتيمتر

ه = الحد الأقصى لإجهاد الجز فى الجـــذع (بالكيلو جرام على السنتيمتر المربع) الناتج عن الحمل الدائم والحمل المتنقل بما فى ذلك التأثير الديناميكى .

وتصمم الكزازات الوسطى كما تصمم المسامير البرشامية أو اللحام الذى يثبتها بألواح الجذع فى كل من الثلث الفوقى والثلث التحتى من الكزازة لمقاومة قوة مقدارها $\frac{ه(م_1+م_2)}{3ع}$

حيث تكون ه = أقصى قوة جازة رأسية عند موقع الكزازة .

$م_1$ و$م_2$ = البعدين بين محور الكزازة المطلوب تصميمها ومحورى الكزازتين اللتين على جانبيها .

ع = العمق الكلى للوح الجذع

ـ تصمم جميع الكزازات كضواغط طول انبعاجها المتأثر ٠,٨ ع . أما الكزازات الواقعة فوق الكراسى فتصمم لتقاوم أقصى رد فعل الرافدة .

المسامير البرشامية واللحام فى الشفه : تثبت شفاه الروافد اللوحية بالجذع بمسامير برشامية أو بوصلات لحام قادرة على مقاومة قوة الجز الأفقية وأى أحمال رأسية، بما فيها التأثير الديناميكى ، على الشفة مباشرة . وتكون الإجهادات المحسوبة على المسامير البرشامية أو وصلات اللحام التى تثبت الشفة بالجذع محصلة الإجهادات الناتجة من الجز الأفقى والجز الناتج من الحمل الرأسى .

وعندما ترتكز الفلنكات مباشرة على الشفاه يعتبر الحمل الواقع عليها من كل عجلة كأنه حمل موزع بانتظام على طول يعادل ضعف البعد بين فلنكة وأخرى على ألا يتجاوز هذا البعد متراً واحداً (مادة ٥٤) .

مادة ٤٥

الكبارى الشبكية المبرشمة

تقسيط الروافد الشبكية وأعماقها : يجب أن يكون البعد بين محورى الرافدتين الشبكيتين الرئيسيتين كافياً لمقاومة أى انقلاب ينتج عن ضغط الريح مع الأوضاع المختلفة للأحمال ، وإلا فيجب منع الإنقلاب بأية وسيلة خاصة . وعلى كل حال يجب ألا يقل هذا البعد عن $\frac{١}{٢٠}$ من طول الفتحة المتأثرة للكوبرى وألا يزيد عمق الرافدة الشبكية على ثلاثة أمثال البعد المشار إليه .

ويجب تحديد عمق كل من الرافدتين ليتمشى مع المواصفات المبينة فى المادة ٣٨ والخاصة بأسهم الإنحناء المسموح بها .

وعندما تكون الأعضاء الفوقية والأعضاء التحتية فى الروافد الشبكية متوازية يجب ألا يقل عمق الرافدة عن $\frac{١}{٨}$ الفتحة فى كبارى السكة الحديد وعن $\frac{١}{١٠}$ الفتحة فى كبارى الطرق .

أعضاء الضغط :

(ا) فى الروافد الرئيسية يجب ألا تزيد نسبة النحافة $\left(\frac{ل_ع}{نوه}\right)$ فى أعضاء الضغط على ٩٠ فى كبارى السكة الحديد وعلى ١١٠ فى كبارى الطرق ، ويستثنى من ذلك قوائم الكبارى النفقية حيث يمكن زيادة هاتين النسبتين إلى ١٠٠ و ١٢٠ على التوالى .

عند حساب نسبة النحافة $\frac{ل ع}{نو}$ فى أعضاء الضغط التى من الطراز المبين فى الشكل رقم ٥ يمكن إهمال مساحة لوح الجذع إذا أهملت أيضاً فى حساب الإجهادات .

(ب) فى الروافد الشبكية الصندوقية الشكل ذات السطحين يجب تدعيم اللوحين الجانبين فى الأعضاء المعرضة لضغط بحواجز. أما الجانبان المفتوحان من المقطع الصندوقى فيزودان بألواح تقوية قريبة من ألواح التجميع وبألواح تقوية وسطى أو شرائط تقوية على امتداد الجانبين لمنع الإنبعاج فى جزأى العضو. ويجب ألا تزيد نسبة النحافة على ٥٠ لأى جزء من أجزاء العضو محصور بين لوحى تقوية متتاليين أو بين نقطتى رباط شريطى تقوية متتاليين .

(حـ) فى أعضاء الضغط التى تحمل أكثر من ١٥٠ طنا ويحتوى مقطعها على لوح مستعرض، كما هو مبين فى شكل (٤) وشكل (٥) يؤخذ أقل سمك للجذع والغطاءات اللوحية على النحو التالى لمنع الإنبعاج المحلى :

١ ـــ سمك الجذع $س_١$ تساوى أو تزيد على $\frac{١}{٣٠}$ $ع_١$

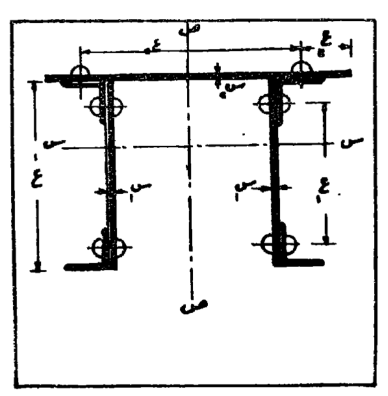
٢ ـــ سمك الغطاء اللوحى $س_٢$ تساوى أو تزيد على $\frac{١}{٤٠}$ $ع_٢$

٣ ـــ لا يقل سمك الزوايا عن الأسماك المبينة فى ١ و ٢

٤ ـــ البعد بين مسمار البرشام الخارجى وحافة اللوح $ع_٣$ تساوى أو تقل عن ٩ $س_٢$

(ى) كلما اقتضى الحال يجب التحقق بأية طريقة من طرق الحساب المعترف بها من قدرة الجذع والواح التغطية المكونة لأى عضو ضغط على مقاومة الإنبعاج .

(ه) يجب ألا تزيد خطوة المسامير البرشامية فى أطراف الأعضاء المعرضة لضغط على $4\frac{1}{2}$ مرة قطر المسمار وذلك على امتداد لا يقل عن $1\frac{1}{2}$ عرض العضو

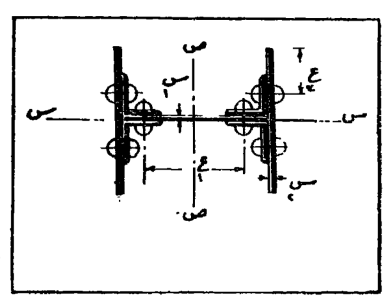


شكل ٤

يجب ألا يقل سمك ألواح التقوية فى أعضاء الضغط عن $\frac{1}{40}$ من الاتساع الحر بين صفى البرشام أو اللحام الذى يثبتها بالشفاه. ويجب ألا يقل طول ألواح التقوية عند أطراف العضو عن $1\frac{1}{4}$ الإتساع الحر السابق ذكره. أما طول ألواح التقوية الوسطى فيجب ألا يقل عن $\frac{3}{4}$ هذا الإتساع الحر.

ويجب ألا يقل سمك شرائط التقوية عن $\frac{1}{40}$ من البعد بين المسامير البرشامية التى تربطها بالشفاه وذلك عندما تكون الشرائط من الطراز المفرد. أما إذا كانت من الطراز المزدوج فيجب ألا يقل سمكها عن $\frac{1}{60}$ من البعد المشار اليه.

فى كبارى السكة الحديد يستحسن استعمال المقاطع الكزة لشرائط التقوية الخاصة بأعضاء الضغط .



شكل ٥

أعضاء الشد :

يجب أن تكون أعضاء الشد دائما من النوع الكز ، كما يجب ألا تزيد نسبة تجافتها $\left(\frac{ل}{نق}\right)$ على ١٦٠ فى كبارى السكة الحديد و ١٨٠ فى كبارى الطرق .

يجب ألا يقل عمق مقطع الأعضاء الأفقية أو الأعضاء القطرية عن $\frac{١}{٣٠}$ من طولها الحر فى كبارى السكة الحديد وعن $\frac{١}{٣٥}$ فى كبارى الطرق .

فى الروافد الشبكية التى تتكون أعضاؤها من جزأين متماثلين يجب ربط جزأى أعضاء الشد بحواجز وبألواح تقوية مماثلة تماما لما يستعمل فى أعضاء الضغط ولكن يمكن تخفيض سمكها بنسبة ٢٥ ٪.

وصل الأعضاء بألواح التجميع ووصل الأجزاء بعضها ببعض :

عند وصل الأعضاء الجذعية بألواح التجميع ووصل الأعضاء الفوقية أو الأعضاء التحتية بعضها ببعض يجب أن تكون مقاومة الوصلة معادلة للمقاومة الفعلية للأعضاء الموصولة محسوبة على أساس الإجهادات المسموح بها فى هذه الأعضاء .

أما ألواح التجميع فيجب تصميمها بحيث تقاوم القوى الناشئة فى الأعضاء الجذعية والتى ذكرت آنفاً ، ويجب أن يكون سمكها ١٢ ملليمترا على الأقل فى كبارى السكة الحديد و ١٠ ملليمترات فى كبارى الطرق .

إذا كان بعض الأجزاء المكونة لعضو شد أو ضغط يتصل بلوح التجميع اتصالا مباشرا بينما تتصل أجزاؤه الأخرى بواسطة زوايا قابضة أو الواح اتصال فيجب ألا تزيد الإجهادات المسموح بها فى المسامير الرابطة للزوايا او لألواح الاتصال على ٢/٣ الإجهادات المسموح بها فى الوصل المباشر . ويجب زيادة عدد المسامير فى السيقان القائمة للزوايا القابضة بمقدار ٢٥٪ .

مادة ٤٦

الأجزاء الإنشائية المستعملة فى المبانى

نسب الأعماق : يجب ألا يقل عمق الكمرات المشكلة المستعملة فى الأسقف عن ١/٢٤ من الفتحة ، وفى حالة الأسقف المعرضة لصدمات أو لذبذبات يستحسن ألا يقل عمق الكمرات والروافد عن ١/٢٠ من الفتحة ، كما يستحسن ألا يقل عمق المدادات عن ١/٣٠ من الفتحة ، ولكن يجب ألا يقل بأى حال من الأحوال عن ١/٤٠ من الفتحة .

عندما يكون السقف مغطى بالمصيص يجب ألا يزيد سهم انحناء الكمرات والروافد الحاملة على ١/٣٠٠ من الفتحة .

النهايات العظمى لنسب النحافة : يجب ألا تزيد نسب النحافة على المقادير الآتية :

أعضاء الضغط الرئيسية	١٤٠
الشكالات المعرضة لضغط	١٨٠
أعضاء الشد الرئيسية	٢٠٠
الشكالات المعرضة لشد	٢٤٠

الروافد اللوحية والكمرات المشكلة : يجب تطبيق التعليمات الخاصة بالروافد اللوحية للكبارى (مادة ٤٤) مالم ينص هنا على خلاف ذلك .

وعلى العموم تصمم الكمرات اللوحية والكمرات المشكلة بطريقة عزم القصور الذاتى .

وإذا تكونت رافدة من كمرتين مشكلتين أو أكثر فيجب ربطها بمسامير لولبية وفواصل على أبعاد لاتزيد على ١,٥ متر . وفى حالة ماتكون أعماق الكمرات ٣٠ سنتيمتراً فأكثر يجب أن يكون هناك مساران لولبيان على الأقل لكل فاصل . وإذا كانت هناك أحمال مركزة تنتقل من كمرة لأخرى فيجب وضع حواجز تقوية قادرة على توزيع الحمل .

الروافد الشبكية : يجب تطبيق التعليمات الخاصة بالروافد الشبكية فى الكبارى (مادة ٤٥) مالم ينص هنا على خلاف ذلك .

(أ) أعضاء الضغط : يجب ألا يزيد عرض السيقان البارزة للزوايا المعرضة لضغط (إذا لم تكن مدعمة بألواح) على ١٢ مرة السمك .

يجب تطبيق التعليمات المبينة فى مادتى ٢٥ و ٤٥ فى تصميم ألواح التقوية وشرائط التقوية الخاصة بعضو ضغط ، كما يجب ألا تزيد نسبة النحافة على

٦٠ للأجزاء المحصـــورة بين نقطتى الرباط فى لوحى تقوية أو شريطى تقوية متعاقبين .

(ب) أعضاء الشد : يجب أن تكون أعضاء الشد من الطراز الإنشائى الكز ، كما يجب ألا يقل عمق الأعضاء الأفقية والأعضاء القطرية عن ١/٤ من طولها غير المقيد .

(حـ) وصل الأعضاء : فيما يختص بوصل الأعضاء الجذعية بألواح التجميع ووصل الأعضاء الفوقية أو الأعضاء التحتية بعضها ببعض يحسن أن تكون مقاومة الوصلة معادلة للمقاومة القصوى للأعضاء الموصولة محسوبة على أساس الإجهادات المسموح بها فى تلك الأعضاء . ويجب ألا تقل مقاومة الوصلة فى أية حالة من الحالات عن ٧٥٪ من المقاومة القصوى للعضو، كما يجب ألا تقل عن متوسط هذه المقاومة والقوة القصوى فى العضو.

الأعمدة وقوعدها :

يجب وضع الخطة السليمة لنقل تأثير الأحمال الواقعة على الأعمدة ونقل تأثير العزوم الحانية ، إن وجدت ، إلى القواعد والأساسات .

وفى الأعمدة ذات القواعد اللوحية التى تكون فيها ألواح التجميع والزوايا القابضة والكزازات قد قشطت مستوية مع جسم العمود يمكن اعتبار أن وسائل الرباط تقاوم ٦٠٪ على الأقل من الأحمال المحورية .

وفى حالة وجود عزوم حانية يجب أن يكون هناك ما يكفى من المسامير البرشامية أو المسامير اللولبية أو اللحام لنقل العزم الحانى كاملا إلى القاعدة.

وعندما تكون نهاية العمود وألواح التجميع غير مقشوطة يجب أن تكون وسائل الرباط التى تثبتها بالقاعدة كافية لمقاومة جميع القوى المراد نقلها إلى القاعدة .

الشكالات : عند ماتكون الأرضيات والأسقف والحوائط غير قادرة على نقل القوى الأفقية إلى أساسات المبنى يجب نقل هذه القوى إلى الأساسات عن طريق إنشاء شبكى فولاذى. ويستعمل لهذا الغرض إطارات مثلثية أو بوابات إنشائية مستعرضة أو الاثنان معا .

وعند ما توجد بالمبانى مرفاعات تسير بسرعة وتكون محمولة على إطار شبكى أو عندما يكون هناك مبنى أو إنشاء معرض للاهتزاز أو التأرجح يجب عمل شكالات إضافية لتقليل الاهتزاز والتأرجح إلى أقصى حد .

الحد الأدنى لسمك المواد :

يجب تطبيق القواعد الخاصة بالحد الأدنى للقاطع كما هو مبين فى المادة ٤١ ما لم ينص هنا على خلاف ذلك .

والحد الأدنى لسمك ألواح التجميع ٨ ملليمترات وأقل سمك لألواح التجميع فى الكمرات الشبكية التى يزيد رد الفعل فى نهايتها على ٢٠ طنا هو ١٠ ملليمترات .

أما ألواح الجذع فى الروافد فيجب ألا يقل سمكها عن ٦ ملليمترات .
أما الألواح التحتية أو ألواح الوسادات فيجب ألا يقل سمكها عن ١٢ ملليمترا
ويجب ألا يقل قطر المسامير اللولبية التى تقاوم الانقلاب عن ٢٠ ملليمترا .

التمدد وكراسى الإرتكاز : يجب تطبيق التعليمات المبينة فى المادة ٥٣ مالم ينص هنا على خلاف ذلك .

فى الروافد المرتكزة على حوائط والتى لا يزيد طول فتحتها على ٣٠ مترا يجب أن يكون فى استطاعة أحد الطرفين أن ينزلق على سطح أملس . أما إذا كانت الفتحة أكبر من ٣٠ مترا فيجب أن ترتكز أحد طرفى الرافدة على كرسى ذى درافيل أو على كرسى هزاز . وفى حالة الدرافيل يجب ألا يقل

قطر الدرفيل عن ٨ سنتيمترات . ويجب اتخاذ الاحتياط لمنع الطرف الحر من أى تحرك جانبي . وفيما يختص بالطرف المثبت يجب اتخاذ الاحتياطات لمنع تحركه فى أى اتجاه .

مادة ٤٧
الوصـــل

وصل أعضاء الكبارى والمبانى الإنشائية أو أجزائها بعضها ببعض يكون بوجه عام بمسامير برشامية كما هو منصوص عليه فى مادة ٤٨ .

ويمكن بتعليمات خاصة وصل الأعضاء بمسامير لولبيـة محكمة التركيب أو باللحام .

وبتعليمات خاصة أيضاً يمكن استعمال مسامير لولبيـة خام للوصل فى كبارى المشاة والمبانى الإنشائية غير المعرضة لتأثيرات ديناميكية أو اهتزازات أو لإجهادات منقلبة. ويجب فى هذه الحالة ألا تتعدى الإجهادات المسموح بها ٥٠٪ من المقادير المبينة فى مادتى ٢٨ و ٢٩ .

مادة ٤٨
المسامير البرشامية والمسامير اللولبية

خطوة المسامير : يجب ألا يقل البعد بين مركزى مسمارين متتاليين عن ثلاثة أمثال قطر المسمار .

فى أعضاء الضغط المركبة يجب ألا تزيد خطوة المسامير على ١٢ مرة سمك أرفع لوح خارجى أو زاوية خارجية ، كما يجب ألا تزيد على ستة أمثال قطر المسمار . أما فى الزوايا التى بها صفا مسامير مقسطة تقسيطا شطرنجيا فيسمح بأن تكون خطوة المسامير على كل من الصفين مرة ونصف الحد المبين آنفا .

فى أعضاء الشد المركبة يجب ألا تزيد خطوة المسامير على ١٦ مرة سمك أرفع لوح خارجى أو زاوية خارجية ، كما يجب ألا تزيد على ستة أمثال قطر المسار . أما فى الزوايا التى بهاصفا مسامير مقسطة تقسيطا شطرنجيا فيسمح بأن تكون خطوة المسار فى كل من الصفين مرة ونصف الحد المبين آنفاً .

بعد المسامير البرشامية عن الحافة : الحد الأدنى للبعد بين مركز أقصى مسار برشام متطرف والحافة هو ١$\frac{٣}{٤}$ قطر المسار إذا كانت الحافة مقطوعة و ١$\frac{١}{٢}$ قطر المسار فى حالة الحافات المشكلة أو المحدومة .

عندما تتكون شفة العضو من لوحين أو أكثر يجب ألا يزيد البعد بين الحافة ومركز أقرب مسار لها على ثمانية أمثال أرفع لوح خارجى أو ثلاثة أمثال قطر المسار .

المسامير البرشامية والمسامير اللولبية المعرضة للشد : فى الوصلات ذات المسامير البرشامية أو المسامير اللولبية يجب بقدر المستطاع عدم تعريض المسامير البرشامية أو المسامير اللولبية إلى شد طولى . ولا يجوز مطلقا استعمال المسامير البرشامية ذات الرأس الغاطس فى مثل هذه الحالة .

وإذا تعذر تجنب تعرض المسامير البرشامية أو المسامير اللولبية لشد طولى فيجب ألا يزيد إجهاد الشد المسموح به فى ساقها فى أية حالة من الحالات على ٠,٣ ح$_{م س}$ فى المسامير البرشامية و ٠,٨ ح$_{م س}$ فى المسامير اللولبية . حيث تكون ح$_{م س}$ إجهاد الشد المسموح به والمبين فى مادتى ٢٨ و ٢٩ .

وإذا تعرضت المسامير البرشامية أو المسامير اللولبية لشد وجز فى آن واحد فيجب ألا يزيد إجهاد الجز المسموح به على ٠,٤ ح$_{م س}$.

ويجب أن تكون المسامير اللولبية المعرضة للشد مقيدة .

البرشمة المحلية : عند عمل الوصلات فى محل الإنشاء لا فى المصنع يجب زيادة عدد المسامير البرشامية بنسبة ١٥٪ على العدد الذى يحدده التصميم وفقا للإجهادات المسموح بها .

المسامير البرشامية المخترقة لحشو : عندما تخترق المسامير البرشامية ذات الإجهادات المحسوبة ألواح حشو يزيد سمكها على ١٠ ملليمترات يجب زيادة عددها بمقدار ٢٠٪ على الأقل على العدد الذى يحدده الحساب ، كما يجب أن يمتد لوح الحشو لمسافة تسمح بتركيب صف آخر من البرشام .

المسامير البرشامية الطويلة : يجب زيادة عدد المسامير البرشامية ذات الإجهادات المحسوبة والتى يزيد طول ساقها على ٤½ مرة القطر بنسبة ١٪ على الأقل لكل ملليمتر زيادة فى طول الساق . وإذا زاد طول المسمار على ستة أمثال القطر فيجب أن تستعمل مسامير لولبية خاصة محكمة التركيب .

الحد الأدنى لعدد المسامير البرشامية : يجب ألا يقل عدد المسامير البرشامية عن اثنين فى وصل الإعضاء ذات الإجهادات المحسوبة . ويستثنى من ذلك شرائط التقوية وما يماثلها ،

مادة ٤٩
اللحـــام

١ ـــ عندما يبين اللحام الكهربائى على الرسومات أو عندما تسمح المواصفات الخاصة باستعمال اللحام بدلا من المسامير البرشامية أو المسامير اللولبية يشترط أن يكون اللحام مطابقا للتعليمات المنصوص عليها هنا فى المواد ٣٠ و ٥٠ و ٥١ والملحق رقم (٤) .

ولا يجوز استعمال أية طريقة أخرى للحام مالم توافق الجهات صاحبة

الشأن صراحة عليها . وفى هذه الحالة يجب على مقدم العطاء أن يبين فى عطائه مواصفات تفصيلية عن طريقة اللحام التى يقترحها .

٢ — يجب بصفة عامة أن يقتصر اللحام على ما يأتى :

(ا) وصلات المبانى الإنشائية والأسقف والبروج وكبارى المشاة المعرضة أصلا لأحمال استاتيكية متنقلة .

(ب) الوصلات فى كبارى الطرق وفى الروافد الحاملة للرفاعات عندما تتعرض فقط لإجهادات منخفضة ، وكذلك فى الوصلات التى لو اعتراها العطب لا يؤثر ذلك على اتزان الإنشاء كما هو الحال فى حواجز التقوية وألواح التقوية وشرائط التقوية وألواح شفاه الكمرات المشكلة وأجزاء الأعضاء المركبة وأجزاء الكراسى والدرابزونات والكوابيل للمشايات الجانبية .

مادة ٥٠

تصميم الوصلات الملحومة

١ — يمكن استعمال أنواع الوصلات المبينة فى الجدول الآتى مع استخدام الرموز المبينة على الرسومات مالم ينص على خلافها . وإذا استعملت رموز أخرى فيجب تفسيرها تفسيرا وافيا .

٢ — تكون وصلات اللحام الطرفية أما من طراز حرف I أو من طراز حرف V أو حرف U ، مفرداً كان أو مزدوجا .

يقصد بعمق اللحام الطرفى سمك أرفع العضوين المواد وصلهما . وهذا العمق هو الذى يستعمل كأساس فى حساب الإجهادات .

٣ — يقصد بعمق اللحام الزاوى أقل طول لساق اللحام . ويجب ألا يقل هذا الطول عن العمق المتأثر المبين فيما بعد .

تتعلق الإجهادات بالعمق ع الذى هو طول أى من ضلعى المثلث المتساوى الساقين والذى يمكن إقامته داخل مقطع اللحام الزاوى إذا

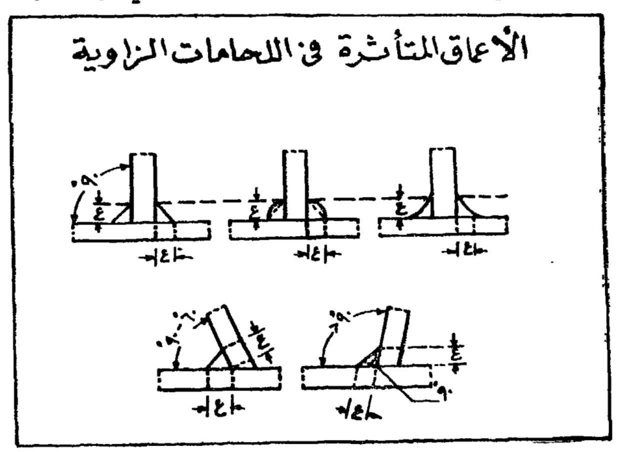
رموز اللحام

الأنواع		قطاعات ومساقط جانبية	ملاحظات
[illegible]	I		لحامات مستوية السطح
	V		
	X		
	U		
لحامات زاوية	مستقيم	ع ، ٧ع	٧ × ٢٠٠ مم
	مقعرة	ع ، ٧ع	تتعين الوصلة بعمق الساق المتأثر (ع) وبالطول (ل) مثال ذلك ٧ × ٢٠٠ مم
	محدبة	ع ، ٧ع	

شكل ٦

كانت الزاوية بين العضوين المراد لحامهما تتراوح بين ٦٠° و ٩٠° . وإذا زادت الزاوية على ٩٠° فيكون العمق المتأثر ع هو طول أى من ضلعى

المثلث المتساوى الساقين والقائم الزاوية والذى يمكن إقامته داخل اللحام
٤ – يجب أن يكون الطول المتأثر للوصلة الزاوية الذى يدخل فى حساب



شكل ٧

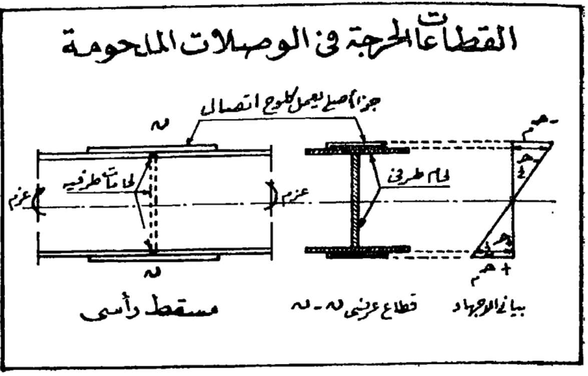
الإجهادات أقل من الطول الكلى للحام بمقدار ضعف العمق ع وذلك بسبب التجويفات الطرفية فى اللحام .

والقطاع المتأثر للوصلة يساوى الطول المتأثر مضروبا فى العمق المتأثر ، سواء أكان اللحام طرفيا أم زاويا .

٥ – يمكن أن يكون المقطع الحرج فى الوصــلات الملحومة أحد الأنواع الآتية :

(ا) وصلات طرفية فقط .

(ب) وصلات زاوية فقط .
(حـ) وصلات طرفية وأخرى زاوية تعمل معا .
(ى) وصلات طرفية تعمل مع أجزاء أصلية (انظر الشكل رقم٨) .
(ﻫ) وصلات زاوية تعمل مع أجزاء أصلية .



شكل ٨

تحسب الإجهادات فى المقطع ن — ن (بند ى) على اعتبار أن مادة اللحام والمادة الأصلية تعملان معا كما لو كان المقطع متجانسا . ويجب ألا يتجاوز الإجهاد الأقصى فى المادة الأصلية الإجهاد المسموح به لتلك المادة فى حالة الشد أو الضغط ، كما يجب ألا يتجاوز الاجهاد الأقصى حـ ع فى وصلة اللحام الطرفية الإجهاد المسموح به فى الوصلات الطرفية فى حالة الشد أو الضغط .

عندما تعمل وصلة طرفية وأخرى زاويه معا (بند حـ) فى مقطع واحد

وتكون معرضة لقوى محورية يجب ألا يتجاوز الإجهاد المسموح به فى الوصلة الطرفية الإجهاد المنصوص عليه فى الوصلة الزاوية .

٦ — إذا تعرضت الوصلة لإجهادات جز فى اتجاهين فيجب ألا تزيد أقصى محصلة لهما على الإجهاد المسموح به .

٧ — عندما تتعرض الوصلة لإجهادات عمودية وإجهادات جازة يجب التحقق من أن الوصلة قادرة على مقاومة الإجهادات الرئيسية .

٨ — فى المبانى الإنشائية والإنشاءات المعرضة أصلا لأحمال استاتيكية لا يعتبر النحر فى المادة الأصلية ضعفا فيها . ولكن عند حساب الإجهادات فى مقاطع أعضاء الكبارى والإنشاءات المعدة لتقاوم قوى ديناميكية أو مترددة أو متقلبة يجب اعتبار سمك المقطع أقل من السمك الحقيقى بمقدار ملليمتر لكل لحام زاوى حول المقطع الجارى تصميمه . وعلى سبيل المثال يجب مراعاة هذه القاعدة عند تصميم سمك الجذع فى الروافد اللوحية وعند تصميم ألواح التجميع فى الإنشاءات الشبكية الملحومة، وذلك مالم تؤخذ الاحتياطات اللازمة لمنع الضعف الذى ينتج عن النحر فى المادة الأصلية .

٩ — إذا كان من العسير عمل وصلة اللحام بالطريقة الصحيحة بسبب صعوبة المكان التى هى فيه فيجب ألا يكون لها أى اعتبار فى حساب المقاومة.

١٠ — لا يجوز استعمال البرشام واللحام فى آن واحد مالم يوافق على ذلك صراحة صاحب الشأن .

مادة ٥١

تفصيلات فى تصميم الوصلات الملحومة

عموميات :

أ — عند تصميم الأعضاء الإنشائية ووصلاتها يجب مراعاة الخواص

التي ينفرد بها فى اللحام ، وعنـــد تصميم الوصلات فى الروافد اللوحية والشبكية تراعى التحفظات المبينة فى مادتى ٤٤ و ٤٥ .

ويجب أن يكون من اليسير الوصول إلى مكان الوصلات كى يسهل معاينة اللحام ودهانه ، كما يجب تنظيم اللحامات بحيث لا يكون هناك شك فى توزيع الإجهادات .

٢ — يجب بقدر المستطاع تجنب عمل وصلات فوق مستوى النظر ويجب أن يكون لحام الإنشاءات المعرضة لأحمال ديناميكية فى وضع تحت مستوى النظر .

٣ — يجب بقدر المستطاع تقليل عدد الوصلات العادية وعدد ألواح الاتصال اللوحية كما يجب تجنب تراكبها .

الوصلات الطرفية :

٤ — فى الوصلات الطرفية التى على شكل V يجب ألا تقل الزاوية المحصورة عن ٧٠° ولا تزيد على ١٠٠° . وفى الوصلات الطرفية التى على شكل U يجب ألا يقل نصف قطر القاع عن ٣ ملليمتر كما يجب أن تكون زاوية ميل الجانبين ١٠° على الأقل .

٥ — عندما يراد استعمال اللحام الطرفى لوصل جزءين من الفولاذ على استقامة واحدة لمقاومة قوى ديناميكية أو مترددة أو متقلبة ويكون هذان الجزءان مختلفين من حيث العرض أو عندما يزيد الفرق بين سمكيهما على ٠.٢٥٪ من سمك أرفعهما أو على ٣ ملليمتر - أيهما أكبر - يجب شطف العرض أو السمك الأكبر بحيث ينقص إلى عرض أو سمك الجزء الأصغر منه عند الوصلة الطرفية ويشترط ألا يزيد ميل الشطف على ١ : ٥

٦ — (ا) يجب ختم الوصلات الطرفية التى على شكل V و U - إن

أمكن — بوضع طبقة من مادة اللحام على ظهر الوصلة . وإذا لم يتيسر ذلك فيجب ألا يزيد الإجهاد الأقصى فى اللحام على نصف الإجهاد الأقصى المسموح به والمبين فى المادة ٣٠ ، مالم ينص على خلاف ذلك بعد .

(ب) فى الإنشاءات المعرضة لأحمال ديناميكية والتى يكون بها وصلات طرفية على شكل V أو U ، مفردة كانت أم مزدوجة ، وبعمق يبلغ ١٨ ملليمترا أو أكثر يجب تفريز ظهر أول دفعة من اللحام بعمق ٤ ملليمترات على الأقل قبل وضع دفعات اللحام التالية ، ثم تملأ المجارى التى صار تفريزها كما تملأ جذوع الوصلات التى على شكل V أو U مفردة وتختم بطبقة من اللحام.

(حـ) إذا لم يتيسر من الوجهة العملية ختم ظهر الوصلة بطبقة من اللحام وكان ظهر الوصلة ملاصقا لجزء آخر، وكان العضوان المراد وصلهما مشطوفين وبينهما خلوص لا يقل عن ٣ ملليمترات ولا يزيد على ٥ ملليمترات ، لضمان وصول اللحام المنصهر إلى جذع الوصلة حرف V وإلى سطح العضو الملاصق لظهرها، فيمكن استعمال الإجهادات المسموح بها والمنصوص عليها فى المادة ٣٠.

٧ — (ا) عند ملء الوصلة الطرفية بمادة اللحام يجب ألا يقل عمق طبقة التقوية فى وسط الوصلة عما يأتى :

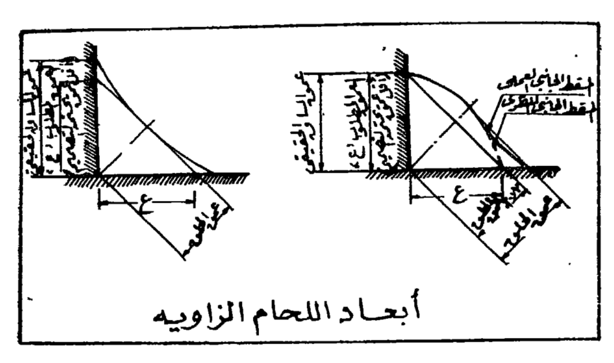
الوصلات الطرفية التى يكون عمقها	
٣٠ ملليمترا أو أقل	١٠٪ من عمق الوصلة
الوصلات الطرفية التى يزيد عمقها على ٣٠ ملليمترا	٣ ملليمترات

(ب) إذا احتاج الأمر إلى تخديم الأسطح فيجب عمل الوصلة كما هو مبين فى (ا) ثم تخدم بعد ذلك .

(حـ) إذا تخدمت الأسطح فى وصلة طرفية وفقا لما هو مبين فى (ب) فيمكن استعمال الإجهاد المسموح به فى اللحام كما هو منصوص عليه فى مادة ٣٠.

اللحام الزاوى :

٨ — يجب ألا يقل الحد الأدنى لطول أى من ساقى الوصلة الزاوية بعد صنعها عن العمق المبين فى الرسومات، ويجب ألا يقل حلق الوصلة الزاوية بعد صنعها عن $\frac{٦}{١٠}$ من الحد الأدنى المشار اليه إذا كانت الوصلة مقعرة. أما إذا كانت الوصلة محدبة فيجب ألا يزيد حلقها بعد صنعها على $\frac{٩}{١٠}$ من الحد الأدنى المشار اليه.



أبعاد اللحام الزاويه

شكل ٩

ولا يسمح بأن نحيد عن هذه القاعدة إلا إذا كانت هناك استحالة عملية فى عمل الوصلة بأية وسيلة أخرى.

٩ — يكون للوصلات الزاوية بصفة عامة ساقان متساويان. وإذا لم

يكن هناك مانع من الوجهة العملية فيجب ألا يزيد طول الساق على ما أوجده الحساب .

أما الوصلات الزاوية المستعرضة فيجوز أن يختلف طول ساقيها . ويجب منع التغير الفجائى فى مقطع اللحام عند نهاية الأجزاء أو الأعضاء الملحومة لحاما زاويا ، وخصوصا ما كان منها فى الإنشاءات المعرضة لأحمال ديناميكية .

١٠ — يجب أن تتكون وصلات اللحام الزاوى من مجموعتين أو أكثر مرتبة بطريقة تمنع حصول عزوم حانية فى أى منها حول محورها الطولى ، وتمنع وجود عزوم التواء غير معينة بسبب اللامركزية .

١١ — عندما يكون سمك الأجزاء المراد لحامها ٥ ملليمترات أو أكثر يجب أن يكون أقل عمق للوصلة الزاويةالتى تعمل دفعة واحدة ، أو أقل عمق للدفعة الأولى من اللحام فى الوصلة الزاوية التى تعمل على دفعات ، كما يأتى :

أكبر الجزئين سمكا	أقل من ٢٠ ملليمترا	أكثر من ٢٠ ملليمترا إلى ٣٠ ملليمترا	أكثر من ٣٠ ملليمترا
أقل عمق للوصلة الزاوية بالملليمتر	٥	٦	٨

وإذا زاد السمك الأكبر على خمس سنتيمترات أو قل سمك الجزء الأرفع عن الحد الأدنى لعمق الوصلة الزاوية المنصوص عليه آنفا ، فيجب عمل الاحتياطات اللازمة لضمان صلاحية اللحام .

يجب ألا يقل الطول العملى لوصلة اللحام الزاوية التى تقاوم إجهادات محسوبة عن أربعة أمثال عمق اللحام .

وإذا عملت لحامات زاوية جانبية فى الوصلات المتطرفة فيجب ألا يقل طول أى لحامين عن البعد بينهما .

تفصيلات إنشائية:

١٢ — فى الإنشاءات المعرضة لأحمال ديناميكية لا يجوز استعمال اللحام المتقطع فى الأجزاء المخصصة لنقل إجهادات محسوبة .

وعندما يستعمل لحام متقطع يجب ألا يزيد البعد الخالص بين الأطوال العملية لوصلات اللحام الزاوية — سواء أكانت مسلسلة الترتيب أو شطرنجيته — على ١٦ مرة سمك أرفع الجزئين فى حالة الضغط و ٢٤ مرة سمك أرفع الجزئين فى حالة الشد . وكقاعدة عامة يجب ألا يزيد هذا البعد على ٣٠ سنتيمترا .

يجب أن يمتد اللحام فى الوصلات الزاوية المتقطعة والمسلسلة الترتيب إلى أطراف الأجزاء الملحومة . وكذلك فى الوصلات الشطرنجية الترتيب بوجه عام يمتد اللحام إلى الطرفين . ولكن يمكن عدم التقيد بهذه القاعدة فى التركيبات الإضافية والأجزاء الثانوية مثل الكزازات الداخلية لجذوع الروافد .

١٣ — يكون اللحام مستمرا فى الروافد اللوحية للكبارى سواء فى الجذع أو فى ألواح الشفاه أو فى أجزاء ألواح الشفاه المختلفة المتصلة بعضها ببعض .

ويجب تدعيم الروافد اللوحية بكزازات عند النقط التى عليها أحمال مركزة . وتصمم كزازات الكبارى طبقا للمواصفات المبينة فى المادة ٤٤ على ألا تزيد الأبعاد بينها على ١٣٠ سنتيمترا .

يسمح لكزازات الكبارى ووصلات الروافد أن تلحم مباشرة بالشفاه

المضغوطة . أما فى حالة الشفاه المشدودة فيجب وضع ألواح بين الكزازات والشفاه لكيلا يضعفها اللحام المستعرض .

عندما يستعمل لحام متقطع يجب ألا يزيد البعد الخالص بين لحامين متتاليين — سواء أكان اللحام مسلسلا أم شطرنجيا — على ١٦ مرة سمك الكزازة . ويجب ألا يقل الطول العملى لكل لحام عن عشرة أمثال سمك الكزازة فى حالة اللحام الشطرنجى وأربعة أمثال سمك الكزازة فى حالة اللحام المسلسل .

١٤ — يجب ألا يزيد عرض ألواح الشفة المضغوطة التى لا تتصل بالجذع اتصالا مباشرا على ٣٠ مـــرة سمكها ، وإذا لم يتيسر ذلك فتعمل الاحتياطات اللازمة لمنع الانبعاج المحلى .

يستحسن وصل ألواح الشفة بعضها ببعض بلحام طرفى بدون ألواح غطائية ، سواء أكانت الشفة مضغوطة أم مشدودة . كما يستحسن أن تتصل ألواح الشفة المشدودة بعضها ببعض بلحام طرفى مائل بزاوية قدرها ٤٥°

مادة ٥٢

التحـــدب

١ — يجب تحديب الروافد الرئيسية الشبكية التى ترتكز ارتكازاً حراً وكذلك الروافد اللوحية التى تزيد فتحتها على ١٥ مترا وترتكز ارتكازاً حراً بحيث يزول هذا التحدب بعد الترخيم الذى ينتج تحت تأثير الحمل الدائم ونصف الحمل المتنقل بدون أى تأثير ديناميكى .

ليس هناك ما يدعو لتحديب الكمرات المشكلة والروافد اللوحية التى تبلغ فتحتها ١٥ مترا أو أقل .

فيما يخص الكبارى غير المرتكزة ارتكازاً حراً يجب أن تذكر تفصيلات التحدب أثناء التركيب فى المواصفات الخاصة .

٢ — يجب أن تزود المبانى الإنشائية أيضاً بتحدب تركيب وفقاً لما هو مطلوب فى المواصفات الخاصة أو لما هو مبين فى الرسومات .

٣ — يجب أن تحتوى رسومات التنفيذ على رسومات بيانية للتحدب .

مادة ٥٣

التمدد — كراسى الكبارى

١ — يجب أن يراعى فى تصميم الإنشاءات ما يطرأ على طول الفتحة من تغيير بسبب التأثير الحرارى وبسبب إجهادات الأحمال المتنقلة وبسبب التزحزح البسيط فى الأكتاف والدعائم . ولكل هذه التأثيرات يؤخذ التمدد أو الانكماش بمعدل سنتيمتر واحد على الأقل لكل عشرة أمتار من الطول .

يجب تصميم الكراسى التى ترتكز عليها أطراف الكبارى بطريقة تسمح للزافدة الرئيسية بالترخيم دون أن تحدث حملا كبيراً على حواف ألواح الكرسى وعلى وجه الكتف أو الدعامة .

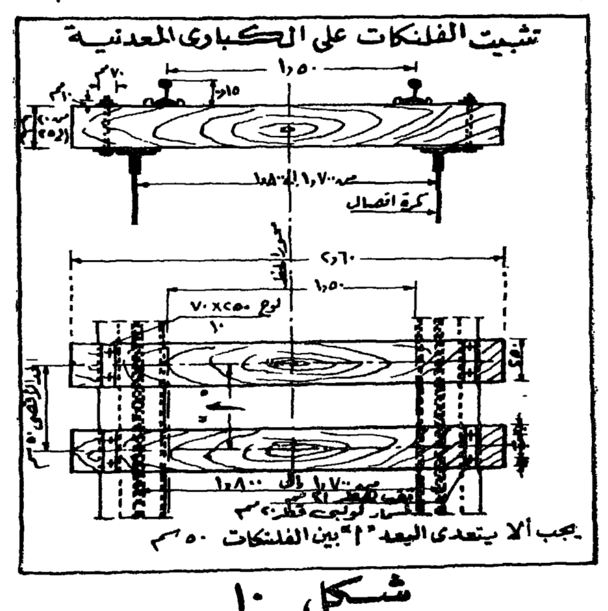
٢ — فى الكبارى التى تزيد فتحتها على ١٢ مترا يجب أن توضع درافيل تحت الطرف الذى يتمدد ما لم ترتكز الروافد على أجزاء إنشائية من الفولاذ ، وفى هذه الحالة يجهز الإنشاء لينزلق على كرسى ذى سطح محدب أملس على شرط أن يعمل حساب الاحتكاك وفقاً للمادة ١٥ .

يجب ألا يقل قطر درافيل التمدد عن ١٢ سنتيمتراً وأن يكون عددها إما ١ أو ٢ أو ٤ أو ٦ . أما الدرافيل المشطوفة الجوانب فلا يسمح باستعمالها إلا فى حالات خاصة فقط .

ويجب أن تكون جميع الكراسى مرتبة بحيث يسهل تنظيفها .

يجب أن تتصل الدرافيل بعضها ببعض بألواح جانبية كزه كما تكون مزودة بتضليعات أو مجارى أو شفاه للتأكد من أن الدرافيل تتحرك طوليا وفقا للمواصفات ولا تتزحزح جانبيا .

يجب أن ترتكز الألواح التحتية للكراسى على طبقة من المونة الأسمنتية الدسمة بسمك ٢ أو ٣ سنتيمتر ، أو على لوح من الرصاص بسمك ٣ ملليمترات ، كما يجب أن تزود بتضليعات قادرة على نقل المركبات الأفقية لرد فعل الكوبرى .



شكل ١٠

مادة ٥٤

الخطوط على كبارى السكة الحديد

يفضل فى كبارى السكة الحديد ذات الأرضية المفتوحة أن تثبت الفلنكات والقضبان بكمرات الإتصال وفقاً لماهو مبين فى شكل ١٠ . ويجب تجنب وجود وصلات فى القضبان إذا كان ذلك مستطاعا وإلا فيكون الوصل باللحام.

يؤخذ وزن القضبان ذات الاتساع القياسى (١,٤٣٥ متر) ٢٠٠ كيلوجرام لكل متر طولى من الخط شاملا الخوص والمسامير اللوبية والمقاعد وألواح الإتصال بالفلنكات الخ . . ما لم ينص على خلاف ذلك .

يعتبر ارتفاع القضيب ١٥ سنتيمتراً ما لم ينص على خلاف ذلك .

يستحسن أن تكون الفلنكات من خشب الأرو أومن خشب الصنوبر الأمريكانى ، ويجب ألا يقل طولها عن ٢,٦٠ متر ، وأن تقسط على أبعاد لا تزيد على ٥٠ سنتيمتراً ، كما يجب أن تصمم على اعتبار أن أقصى حمل للعجلة على قضيب بدون أى تأثير ديناميكى موزع بانتظام على فلنكتين .

الملحق رقم ١

المـــواد

أولا : المواد المستعملة

تصنع جميع الإنشاءات من الفولاذ الإنشائى ما لم ينص على خلاف ذلك . ويجب أن يستعمل فولاذ البرشام فى صنع المسامير البرشامية فقط. أما الفولاذ الزهر فن الأفضل أن يستعمل فى الألواح التحتية والدرافيل المشطوفة والكراسى . أما فولاذ الطرق فيجب أن يستعمل فى المسامير المفصلية الكبيرة ودرافيل التمدد والأجزاء الأخرى التى ينص عليها فى المواصفات . أما حديد الزهر فلا يستعمل إلا بأمر صريح من الجهات الرئيسية .

ثانيا : الفولاذ الإنشائى وفولاذ المسامير اللولبية والمسامير البرشامية الصنف وطريقة الصنع :

يجب أن يكون الفولاذ الإنشائى وفولاذ المسامير اللولبية وفولاذ المسامير البرشامية أحد الأصناف الآتية ، ما لم ينص على خلاف ذلك .

(ا) الفولاذ صنف ٤٤ (الفولاذ الإنشائى القياسى) الذى يتراوح إجهاد شده الأقصى بين ٤٤ و ٥٢ كيلوجراما على الملليمتر المربع . يجب أن يصنع بطريقة الكهرباء أو بطريقة الفرن المفتوح (الحمضية أو القلوية) أوبطريقة بسمر الحمضية ما لم تحدد المواصفات إحدى هذه الطرق بالذات . ويجب أن يظهر التحليل الكيمائى أنه لا يحتوى على أكثر من ٠,٠٦ ٪ من كل من الكبريت والفسفور .

(ب) الفولاذ صنف ٣٧ (الفولاذ الإنشائى العادى) الذى يتراوح إجهاد شده الأقصى بين ٣٧ و ٤٥ كيلوجراما على المليمتر المربع . يجب أن يصنع باحدى الطرق السابق ذكرها للفولاذ صنف ٤٤ أو بأية طريقة أخرى تقرها الجهات الرئيسية بصفة خاصة . ويجب أن يظهر التحليل الكيمائى أنه لا يحتوى على أكثر من ٠,٠٦ ٪ من كل من الكبريت والفسفور .

لا يستعمل فى الكبارى إلا الفولاذ صنف ٤٤ ، أما الفولاذ صنف ٣٧ فيمكن استعماله فى الإنشاءات الفولاذية الأخرى .

يجب أن تكون أصناف الفولاذ التى تنطبق عليها المواصفات السابق ذكرها صالحة للحام بكافة الأحجام على شرط أن تتخذ الإحتياطات المضمونة عند لحام الأجزاء السميكة .

ثالثاً : مادة اللحام التى تستعمل فى الإنشاءات

فيما يختص بمادة اللحام التى تستعمل فى لحام الأعضاء الإنشائية يحال إلى ما هو مبين فى الفقرة السادسة على شرط أن يكون الوصل باللحام فى فولاذ إنشائى صنف ٤٤ أو صنف ٣٧ المبين فى الفقرة (ب) أو فى أى فولاذ آخر تثبت الخبرة والتجارب العملية التى يعتمد عليها صلاحيته للحام

رابعاً : الفولاذ الزهر

<u>الصنف وطريقة الصنع :</u>

١ — يجب أن تكون مسبوكات الفولاذ الزهر أحد الصنفين الآتيين حسب الأغراض التى تستعمل فيها ووفقا لما هو مبين على الرسومات ولما هو منصوص عليه فى المواصفات الخاصة .

(ا) الفولاذ الزهر صنف ٤٤ ويستعمل فى مسبوكات الفولاذ الكربونى

ذى المقاومة المتوسطة ، ويستعمل بصفة عامة فى الأجزاء التى لا تتعرض أسطحها للتآكل .

(ب) الفولاذ الزهر صنف ٥٥ ويستعمل فى مسبوكات الفولاذ الكربونى ذى المقاومة العالية والمعرضة لإجهادات ميكانيكية أعلى من الإجهادات التى يحتملها الصنف ٤٤ . ويستعمل هذا الفولاذ فى الأجزاء المعرض سطحها للتآكل كالمسامير المفصلية والمفصلات وأجزاء الكراسى والأجزاء الميكانيكية فى الكبارى المتحركة .

٢ — يجب أن يصنع فولاذ السباكة بطريقة الفرن المفتوح (الحمضية أو القلوية) أو بطريقة الفرن الكهربائى وفقا لما تنص عليه المواصفات بشرط أن يظهر التحليل الكيمائى أنه لايحتوى على أكثر من ٠,٠٦٪ من كل من الكبريت والفسفور .

خامسا : فولاذ الطرق

الصنف وطريقة الصنع :

١ — تطبق المواصفات الآتية على الفولاذ الكربونى الذى يصنع منه الأجزاء المطروقة فى الكبارى الثابتة والمتحركة .

ويجب أن يكون فولاذ الطرق أحد الأصناف الآتية حسب أغراض الاستعمال :

(ا) فولاذ طرق صنف ٥٠ مخمر أو مستعدل، ويستعمل هذا الفولاذ الطرى المطروق فى الكراسى والمفصلات ومحاور الإرتكاز وأعمدة الإدارة والمسامير اللولبية والصواميل والمسامير المفصلية والخوابير والمسامير اللولبية الرفيعة والبريمات الحلزونية .

ويتراوح إجهاده للشد بين ٥٠ و ٥٦ كيلو جراما على الملليمتر المربع كما يكون حده الأدنى لإجهاد الخضوع ٢٤ كيلو جراما على الملليمتر المربع .

(ب) فولاذ طرق صنف ٥٦ مستعدل أو مخمر أو مستعدل ومراجع ويستعمل هذا الفولاذ فى أجزاء الآلات الميكانيكية الكربونية وفى الأجزاء المطروقة فى الكبارى وفى الإنشاءات الأخرى مثل محاور الإرتكاز والروافع. وأعمدة الحركة والدرافيل والألواح التى عليها حركة .

ويتراوح إجهاده للشد بين ٥٦ و ٦٣ كيلو جراما على الملليمتر المربع . أما الحد الأدنى لإجهاد الخضوع فيكون ٢٨ كيلو جراما على الملليمتر المربع .

وعند ما يراد استعمال صنف معين يجب أن يبين ذلك فى الرسومات أو فى المواصفات الخاصة .

٢ — يصنع الفولاذ الكربونى للطرق بطريقة الفرن المفتوح أو بالطريقة الكهربائية (الحمضية أو القلوية) وفقا لما تحدده المواصفات .

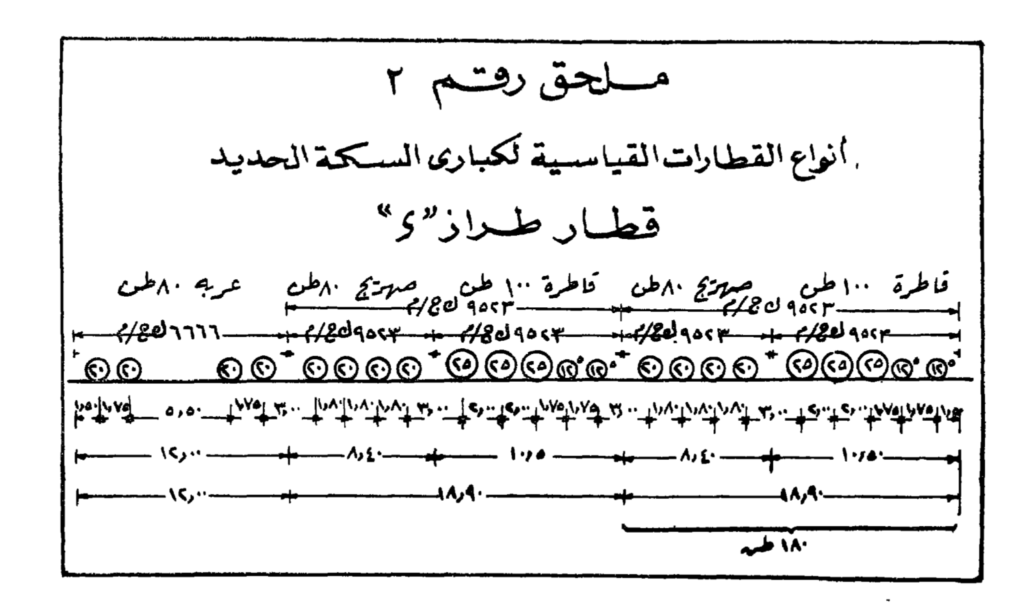
ويجب ألا يحتوى هذا الفولاذ على أكثر من ٠,٠٥ ٪ من كل من الكبريت والفسفور و ٠,٣٥ ٪ من الكربون و ٠,٨ ٪ من المنجنيز و ٠,٣٥ ٪ من السيليسيوم .

سادسا : الحديد الزهر والحديد المطاوع

لمعرفة مواصفات الحديد الزهر والحديد المطاوع وطريقة صنعهما يجب الرجوع إلى المواصفات العامة (طبعة سنة ١٩٥٠) الخاصة بتصميم الإنشاءات وتوريد المواد لهندسة السكة والأشغال (قسم الكبارى) التابعة لمصلحة السكك الحديدية المصرية وذلك بصفة مؤقتة إلى أن تصدر جمعية المهندسين المصرية المواصفات الخاصة بها .

سابعاً : معلومات أخرى

إذا احتاج الأمر إلى معلومات أخرى عن خواص المواد المبينة فى هذا الملحق أو إلى تفصيلات عن طرق الاختبار والفرز وطريقة الصنع والفحص والرفض .. الخ فيمكن الرجوع إلى المواصفات التى أشير اليها فى الفقرة السادسة .



ملحق رقم ٢
أنواع القطارات القياسية لكبارى السكة الحديد
قطار طراز "ى"
قاطرة ١٠٠ طن
صهريج ٨٠ طن
قاطرة ١٠٠ طن
صهريج ٨٠ طن
عربة ٨٠ طن
١٨٠ طن

قطار طراز "هـ"

قاطرة ٧٦ طن — صهريج ٤٤ طن — قاطرة ٧٦ طن — صهريج ٤٤ طن — عربة ٦٠ طن

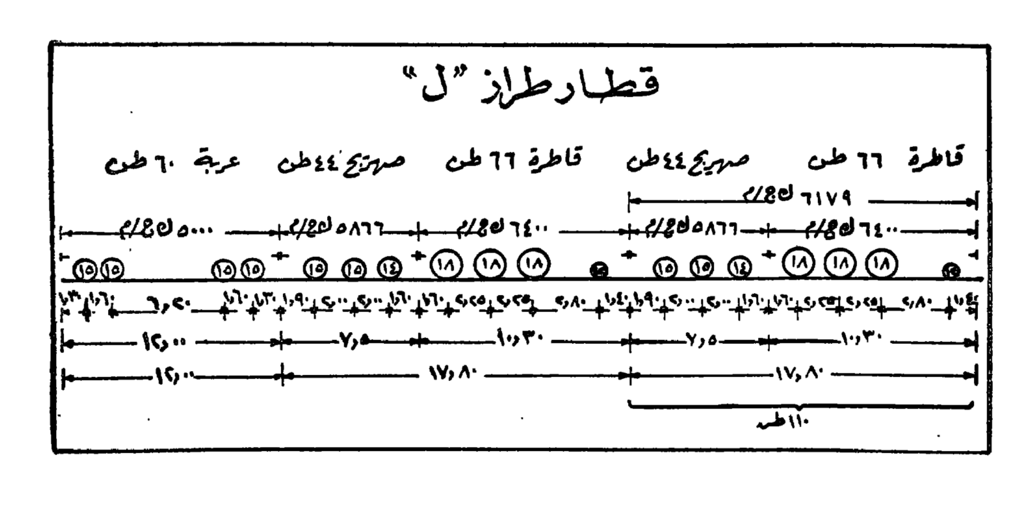
٦٨٩٦ ك ج/م

٧٢٤٨ ك ج/م — ٦٣٧٦ ك ج/م — ٧٢٤٨ ك ج/م — ٦٣٧٦ ك ج/م — ٥٠٠٠ ك ج/م

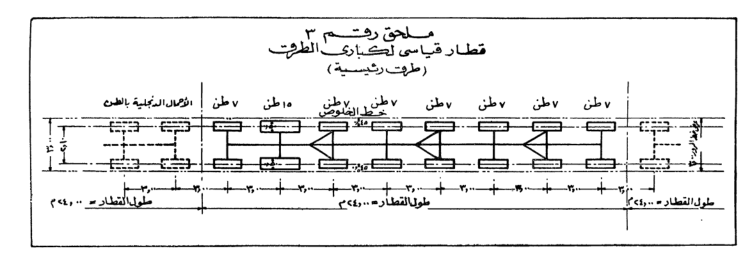
١٠٫٥٠ — ٦٫٩٠ — ١٠٫٥٠ — ٦٫٩٠ — ١٢٫٠٠

١٧٫٤٠ — ١٧٫٤٠ — ١٢٫٠٠

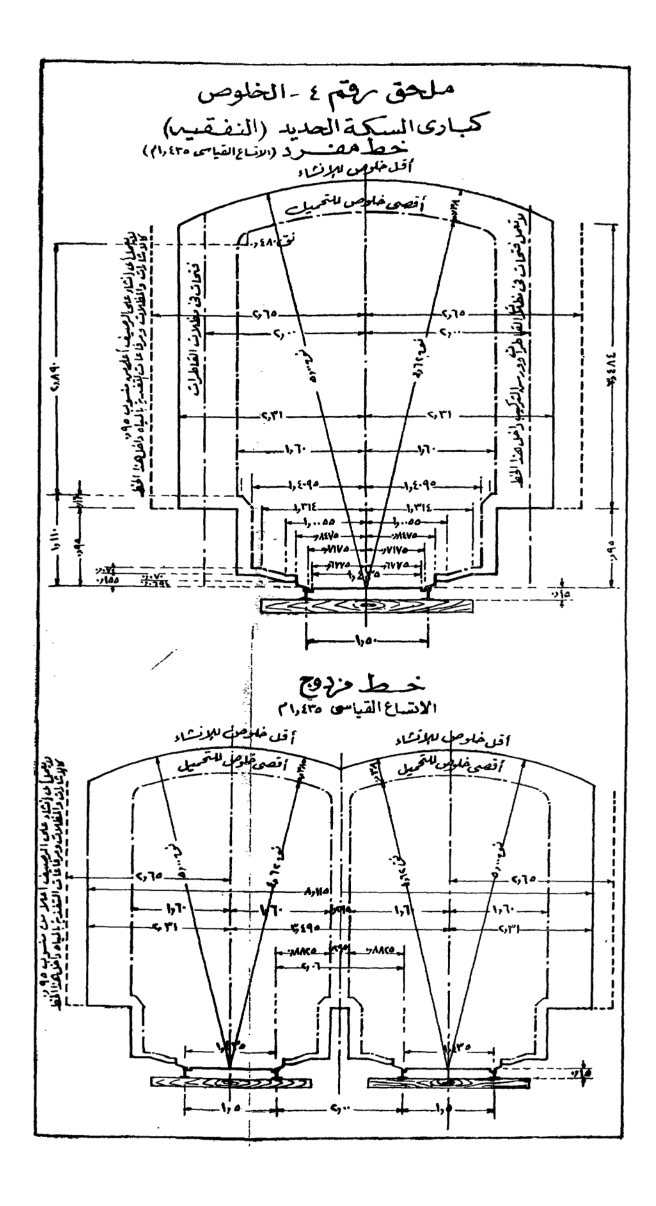
١٢٠ طن

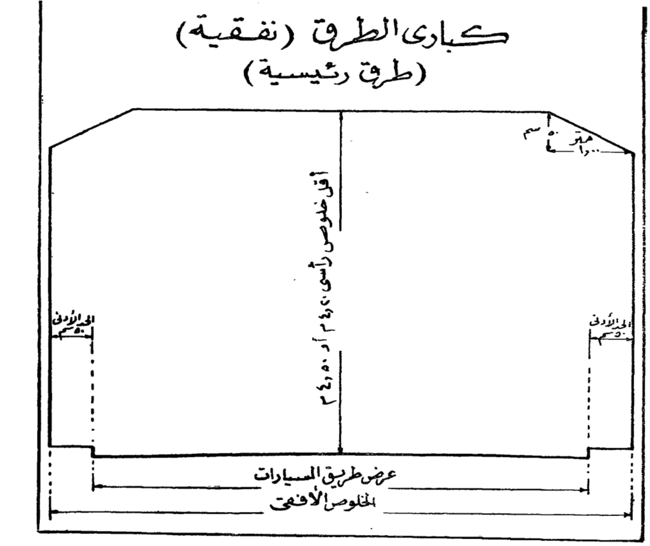


قطار طراز "ل"
قاطرة ٦٦ طن
صهريج ٤٤ طن
قاطرة ٦٦ طن
صهريج ٤٤ طن
عربة ٦٠ طن
٦١٧٩ كجم/م
٦٤٠٠ كجم/م
٥٨٦٦ كجم/م
٦٤٠٠ كجم/م
٥٨٦٦ كجم/م
٥٠٠٠ كجم/م
١٠,٣٠
٧,٥
١٠,٣٠
٧,٥
١٢,٠٠
١٧,٨٠
١٧,٨٠
١٢,٠٠
١١٠ طن



ملحق رقم ٣
قطار قياسي لكباري الطرق
(طرق رئيسية)
الأحمال الدنجلية بالطن
١٥ طن
٧ طن
٧ طن
٧ طن
٧ طن
٧ طن
٧ طن
خط الخلوص
طول القطار = ٢٤,٠٠ م
طول القطار = ٢٤,٠٠ م
طول القطار = ٢٤,٠٠ م


ملحق رقم ٤ - الخلوص
كبارى السكة الحديد (النفقيه)
خط مفرد
(الاتساع القياسى ١,٤٣٥م)
أقل خلوص للإنشاء
أقصى خلوص للتحميل
خط مزدوج
الاتساع القياسى ١,٤٣٥م
أقل خلوص للإنشاء
أقصى خلوص للتحميل
أقل خلوص للإنشاء
أقصى خلوص للتحميل



كبارى الطرق (نفقية)
(طرق رئيسية)
٥٠ سم
١٫٠٠ متر
أقل خلوص رأسى ٤٫٦٠م أو ٤٫٥٠م
الحد الأدنى ٥٠ سم
الحد الأدنى ٥٠ سم
عرض طريق السيارات
الخلوص الأفقى

W

Waggon عربة سكة حديد للركاب
Warehouse مخزن للبضائع الثقيلة
Web جذع
Web Member عضو جذعى
Weld لحام
Weld, Butt لحام طرفى
Weld, Concave Fillet لحام زاوى مقعر
Weld, Convex Fillet لحام زاوى محدب
Weld, Fillet لحام زاوى
Weld, Intermittent لحام متقطع
Weld, Soundness صلاحية اللحام
Weld, Throat of حلق اللحام
Weld, To Seal بختم لحام الوصلة
Weld, Transverse لحام مستعرض
Weldability الصلاحية للحام
Welded Connection وصل باللحام
Welded Joint وصلة ملحومة
Welding لحام
Welding, Electric لحام كهربائى
Welding, Flat لحام تحت مستوى البصر
Welding, Overbead لحام فوق مستوى البصر
Welds, Chained وصلات لحام مسلسلة
Welds, Staggered وصلات لحام شطرنجية
Wind ريح
Wind Bracing شكالات ريح
Wind Diagonals, Crossed شكالات ريح صليبية
Windward مواجه للريح

Steel, Structural فولاذ انشائى
Steel, Tempered فولاذ مراجم
Stiff Section مقطع كز
Stiffener كزازه
Stiffener, Crimped كزازه معقوفه
Stiffness كزازه
Stress إجهاد
Stress, Additional اجهاد إضافى
Stress, Bending إجهاد انحناء
Stress, Critical إجهاد حرج
Stress, Compression إجهاد ضغط
Stress, Normral اجهاد عمودى
Stress, Maximum أقصى إجهاد
Stress, Minimum أقل إجهاد
Stress, Permissible إجهاد مسموح به
Stress, Primary إجهاد أساسى
Stress, Repeating إجهاد متردد
Stress, Reversal of إنقلاب الاجهاد
Stress, Secondary جهاد ثانوى
Stress, Shear إجهاد جز
Stress, Tensile إجهاد شد
Stringer كمرة اتصال
Structural Building مبنى إنشائى
Structure إنشاء
Structure, Indeterminate إنشاء غير معين استاتيكيا
Substructure انشاء تحتى
Superelevation ارتفاع الظهر عن البطن (فى خطوط السكة الحديد)
Superstructure إنشاء فوق
Support دعامة
Surcharge حمل اضافى
Surface, Flush سطح مخدوم
Symmetry تماثل

T

Temperature Effect تأثير حرارى
Tempered Sleel فولاذ مراجع
Template وسادة
Tender عطاء
Tender, Locomotive صهريج القاطرة
Tiles قراميد
Tower برج
Track سكة
Track, Double خط مزدوج
Track, Railway خط سكة حديد
Track, Single خط مفرد
Truck عربة سكة حديد للبضاعة
Truss رافدة شبكية
Type طراز

U

Undercutting نحر
Unit Weight وحدة وزنية

Rocker درفيل مشطوف الجانبين
Rolled Beam كمرة مشكلة
Roller درفيل
Roller Bearing كرسي ذو درافيل
Roller, Expansion درفيل تمدد
Roller, Truncated
درفيل مشطوف الجانبين
Roof سقف
Roof, Accessible
سقف سهل الوصول إليه
Roof, Flat
سقف مسطح أفقي (أو شبه افقي)
Roof, Inaccessible
سقف يتعذر الوصول إليه
Rubble دبش
Rubble, Square
مباني بالدبش على شكل ترابيع

S

Safety, Factor of معامل الأمن
Screw, Thread of سن اللولب
Section مقطع
Section, Homogmeous
مقطع متجانس
Separator فاصل
Settlement هبوط
Shrinkage تقلص
Sidewalk مشاية جانبية
Shock صدمة
Shock Effect تأثير الصدمة
Skylight منور
Sleeper فلنكة
Slenderness Ratio نسبة النحافة
Sliding Bearing كرسي ينزلق
Spacing تقسيط
Specify يعين
Span فتحة
Span, Effective فتحة متأثرة
Specifications مواصفات
Specifications, Standard
مواصفات قياسية
Splice وصلة
Splice Plate لوح اتصال
Stable متزن
Stability اتزان
Standard قياسي
Staticat Calculation
حساب استاتيكي
Statics علم الاستاتيكا
Steel فولاذ
Steel, Annealed فولاذ مخمر
Steel, Cast فولاذ زهر
Steel, Forged فولاذ طرق
Steel, High Grade
فولاذ ذو مقاومة عالية
Steel, Normalised فولاذ مستعدل
Steel, Ordinary Grade
فولاذ عادي
Steel, Rolled فولاذ مشكل

Member عضو
Member, Diagonal عضو قطرى
Member, Web عضو جذعى
Modulus معامل
Modulus of Elasticity معامل المرونة
Modulus of Section معدل القطع
Moment of Inertia عزم قصور ذاتى
Movable Bearing كرسى متحرك

N

Net Area مساحة صافية
Normalised steel فولاذ مستعدل

P

Panel بانوه
Panel Point راس البانوه
Panel, Sub— بانوه فرعى
Parapet دروة
Pier دعامة
Pin, Knuckle مسمار مفصلى اسطوانى
Planed مقشوط
Plate لوح
Plate, Batten لوح تقوية
Plate Beam كمرة لوحية
Plate, Bed وسادة
Plate, Flange لوح شقة
Plate Girder رافده لوحية
Plate, Gusset لوح تجميع
Plate, Packing لوح حشو
Plate, Sole لوح تحتى
Plate, Splice لوح اتصال
Plate, Transverse لوح مستعرض
Platform, Freight رصيف بضائع
Platform, Passenger رصيف ركاب
Portal بوابة
Post قائم
Pressure ضغط
Pressure, Earth ضغط تراب
Pressure, Normal ضغط عمودى
Pressure, Wind ضغط ريح
Purlin مدادة

R

Reaction رد فعل
Resistance مقاومة
Rib ضلع
Rigid صلب
Rigidity صلابة
Rivet مسمار برشام
Rivet, Countersunk مسمار برشام برأس غاطس
Rivet, Field مسمار برشام محلى
Rivet Grip طول ساق مسمار برشام
Rivet Pitch خطوة المسامير
Rivet Shank ساق المسمار
Road, Main طريق رئيسى

Foundation آساس
Frame إطار
Framework إنشاء إطارى
Frame, Transverse
إطار مستعرض
Friction احتكاك
Frictional Resistance
مقاومة الاحتكاك

G

Girder رافدة
Girder, Cross رافدة عرضية
Girder, Main رافدة رئيسية
Girder, Plate رافدة لوحية
Gravel زلط
Gyration, Radius of
نصف قطر الدوران

H

Handrail درابزون
Hammer Blow دقة مطرقية
Hinge مفصلة

I

Impact صدمة
Iron حديد
Iron, Cast حديد زهر
Iron, Wrought حديد مطاوع

J

Jack مرفاع
Joint وصلة
Joint, Pin وصلة مفصلية
Joints, Railway
وصلات قضبان سكة حديد

L

Lacing Bar شريط تقوية
Landing صدفة
Lane شريحة
Leeward تحت الريح
Length, Unsupported طول حر
Load حمل
Load, Axle حمل دنكلى
Load, Concentrated حمل مركز
Load, Dead حمل دائم
Load, Eccentric حمل لامركزى
Load, Knife-edge
حمل حاد مستعرض
Load, Live حمل متنقل
Load, Rolling حمل متدحرج
Load, Unifomly Distribut-
ed حمل موزع بانتظام
Load, Superimposed
حمل مفروض للتصميم
Lug Angle زاوية قابضة
Locomotive قاطرة

M

Material مادة
Material, Parent مادة أصلية

Centric مركزى
Channel كمرة مجرى
Chords أعضاء فوقية أو تحتية
Clearance خلوص
Coefficient معامل
Column عمود
Concentricity مركزية
Concrete خرسانة
Concrete, Plain خرسانة عادية
Concrete. Reinforced خرسانة مسلحة
Connection وصل
Corridor طرقة
Corrosion تآكل بالصدأ
Corrugated Sheet لوح متموج
Crane مرفاع
Crane Girder رافدة حاملة لمرفاع
Curb حافة الطريق

D

Deflection ترخيم أو سهم الانحناء
Deformation تغيير الشكل
Deformation, Elastic تغيير الشكل مرونيا
Depth عمق
Design تصميم أو يصمم
Diaphragm حاجز تقوية
Displacement تزحزح
Dynamics علم الديناميكا
Dynamic Effect التأثير الديناميكى

E

Eccentric لامركزى
Eccentricity لامركزية
Effect, Dynamic تأثيرديناميكى
Effect, Temperature تأثير حرارى
Effective Depth عمق متأثر
Effective Height ارتفاع متأثر
Elastic Deformation تغيير الشكل مرونيا
Elastic Stability اتزان مرونى
Elasticity مرونة
Elevator مرفاع
Erection تركيب
Expansion تمدد

F

Factor عامل
Floor أرضيه
Floor, Ballasted أرضية زلطية
Floor, Open Timber أرضية من الطراز الخشبي المفتوح
Flange شفة
Force قوة
Force, Braking قوة فرملية
Force, Centrifugal قوة مركزية طاردة
Force, Shearing قوة جازة
Formula معادلة
Formula, Empirical معادلةعملية

LIST OF TECHNICAL TERMS

A

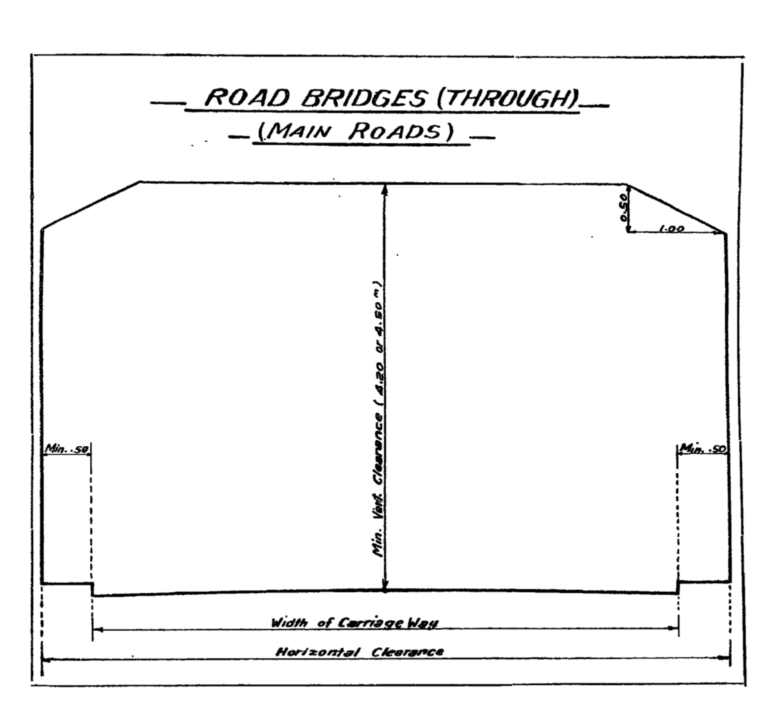
Abutment كتف
Anchorage تثبيت
Angle, Included الزاوية المحصورة
Annealed Steel فولاذ مخمر
Area, Gross مساحة كلية
Area, Net مساحة صافية
Ashlar حجر منحوت

B

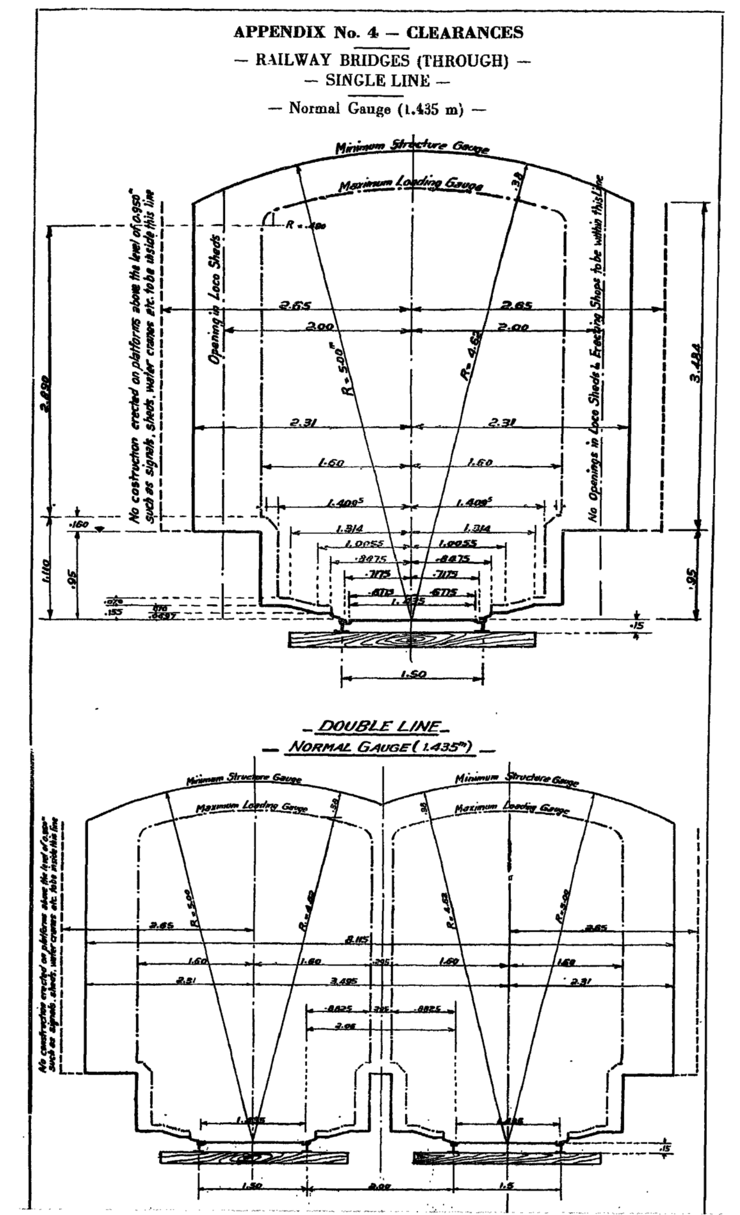
Ballast زلط
Balastrade درابزون
Bar, Lacing شريط تقوية
Base قاعدة
Base, Gussetted قاعدة لوحية (مجمعة)
Batten Plate لوح تقوية
Beam كمرة
Beam, Plate كمرة لوحية
Bearing كرسي
Bearing, Fixed كرسي ثابت
Bearing, Movable كرسي متحرك
Bearing Plate وسادة
Bearing, Sliding كرسي ينزلق
Bitumen قار
Bolt مسمار لولبي
Bolt, Anchor
مسمار لولبي للتثبيت أو لمقاومة الانقلاب
Bolt, Black مسمار لولبي خام
Bolt, Fitted مسمار لولبي محكم التركيب
Bolt, Self-locked مسمار لولبي مقيد
Bolt, Turned مسمار لولبي مخروط
Bracing شكال
Bracing. Lateral شكال عرضي
Bracket كابولي
Bracket, Side-walk
كابولي للمشاية الجانبية
Bridge كوبري
Bridge, Deck كوبري سطحي
Bridge, Fixed كوبري ثابت
Bridge, Foot— كوبري المشاه
Bridge, Movable كوبري متحرك
Bridge, Railway كوبري سكة حديد
Bridge, Road كوبري طرق
Bridge, Through كوبري نفق
Buckling انبعاج
Buckling Length طول انبعاجي
Buckling Length, Effective
طول انبعاجي متأثر
Built-up مركب
Buoyancy طفو

C

Camber تحدب
Centre مركز



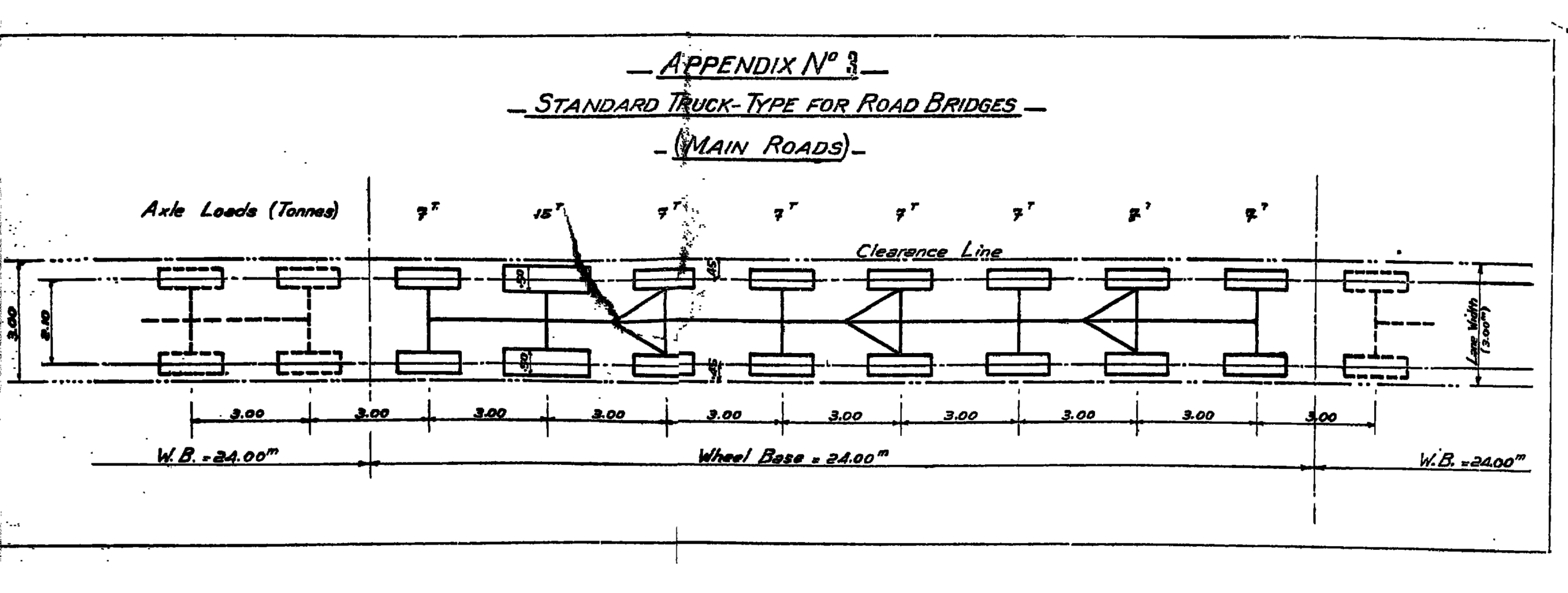
ROAD BRIDGES (THROUGH)
(MAIN ROADS)
0.50
1.00
Min. Vert. Clearance (4.20 or 4.50 m)
Min. .50
Min. .50
Width of Carriage Way
Horizontal Clearance


APPENDIX No. 4 — CLEARANCES
— RAILWAY BRIDGES (THROUGH) —
— SINGLE LINE —
— Normal Gauge (1.435 m) —
Minimum Structure Gauge
Maximum Loading Gauge
R = .480
No costruction crected on platforms above the level of 0.950" such as signals, sheds, water cranes etc. to be inside this line
Opening in Loco Sheds
No Openings in Loco Sheds & Erecting Shops to be within this Line
2.65
2.00
R = 5.00
R = 4.62
.38
2.31
1.60
1.408⁵
1.314
1.0055
.8475
.7175
.6175
1.435
2.890
3.484
1.110
.95
.160
.070
.155
.010
.0437
.15
1.50
DOUBLE LINE
NORMAL GAUGE (1.435m)
8.115
3.495
.295
.8825
3.06
2.00
1.5

— Appendix No 3 —

— Standard Truck-Type for Road Bridges —

— (Main Roads) —



TRAIN TYPE "L"

WAGON 60T — TENDER 44T — LOCOMOTIVE 66T — TENDER 44T — LOCOMOTIVE 66T

6179 KG/M

5000 KG/M — 5866 KG/M — 6400 KG/M — 5866 KG/M — 6400 KG/M

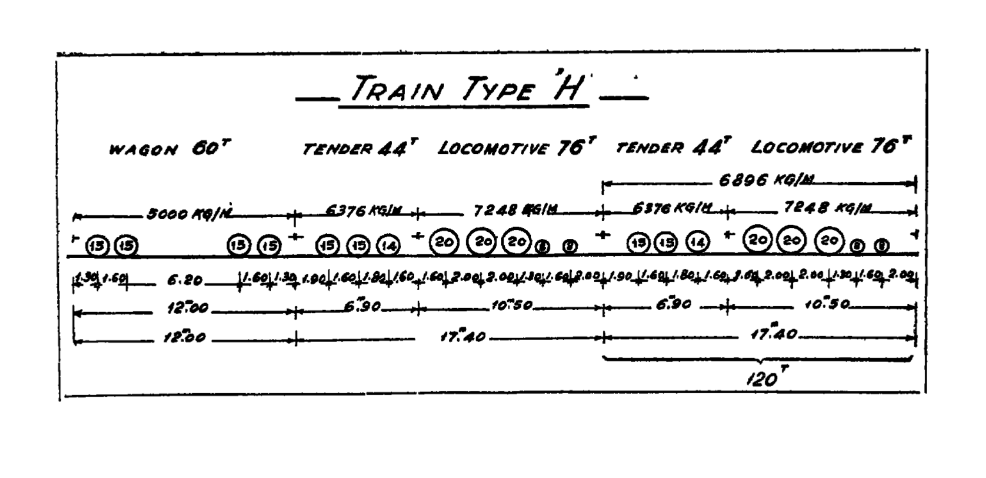
(15) (15) (15) (15) (15) (15) (14) (18) (18) (18) (12) (15) (15) (14) (18) (18) (18) (12)

1.30 | 1.60 | 6.20 | 1.60 | 1.30 | 1.90 | 2.00 | 2.00 | 1.50 | 1.60 | 2.25 | 2.25 | 2.80 | 1.40 | 1.90 | 2.00 | 2.00 | 1.60 | 1.60 | 2.25 | 2.25 | 2.80 | 1.40

12.00 — 7.50 — 10.30 — 7.50 — 10.30

12.00 — 17.80 — 17.80

110T



TRAIN TYPE 'H'
WAGON 60T
TENDER 44T
LOCOMOTIVE 76T
TENDER 44T
LOCOMOTIVE 76T
6896 KG/M
5000 KG/M
6376 KG/M
7248 KG/M
6376 KG/M
7248 KG/M
6.20
12.00
6.90
10.50
6.90
10.50
12.00
17.40
17.40
120T

APPENDIX No 2

TRAIN-TYPES FOR RAILWAY BRIDGES

TRAIN TYPE "D"

WAGON 80T TENDER 80T LOCOMOTIVE 100T TENDER 80T LOCOMOTIVE 100T

9523 KG/M 9523 KG/M

6666 KG/M 9523 KG/M 9523 KG/M 9523 KG/M 9523 KG/M

20 20 20 20 20 20 20 20 25 25 25 12 12 20 20 20 20 25 25 25 12 12

1.5 1.75 5.50 1.75 3.00 1.80 1.80 1.80 3.00 2.00 2.00 1.75 1.75 3.00 1.80 1.80 1.80 3.00 2.00 2.00 1.75 1.75 1.50

12.00 8.40 10.50 8.40 10.50

12.00 18.90 18.90

180T

for the Design and Construction of Works with the Supply of Materials, of the Way and Works Department (Bridge Engineering Office) of the Egyptian State Railways Administration, until the Royal Egyptian Institute of Engineers issue their own Specifications.

G.—Further Information.

For further information with respect to properties of all materials dealt with in this Appendix as well as for details of methods of testing, branding, workmanship, inspection, rejection etc., reference should be made to the General Specifications referred to above in (F).

E.—Forged Steel.

Quality and Process of Manufacture.

1.—The following prescriptions apply to carbon steel forgings for parts of fixed and movable bridges.

The forgings shall be of the following grades according to the purposes for which they are used:

(a) Forgings of Grade FSt. 50, annealed or normalised: for mild steel forgings of bearings, hinges, trunnions, shafts, bolts, nuts, pins, keys, screws, worms.

Tensile strength from 50 to 56 kg per mm^2; minimum yield point stress 24 kg per mm^2.

(b) Forgings of Grade FSt. 56, normalised, annealed or normalised and tempered; for various carbon steel machinery, bridge and structural forgings of pinions, levers, cranks, rollers, tread plates.

Tensile strength from 56 to 63 kg per mm^2; minimum yield point stress 28 kg per mm^2.

The grade required shall be specified on the plans or in the Special Specification.

2.—Carbon steel for forgings shall be made by the open hearth or an electric process, acid or basic, as may be specified.

The steel shall contain not more than 0.05 per cent of sulphur or of phosphorus, 0.35 per cent of carbon, 0.8 per cent of manganese, 0.35 per cent of silicium.

F.—Cast Iron and Wrought Iron.

For cast iron and wrought iron quality and process of manufacture of same, reference should be made to the current issue (3rd Edition 1950) of the General Specifications

Steels complying with the above requirements should be suitable for welding in all sizes, provided appropriate precautions are taken in the process of welding the thicker material.

C.—Structural Welding Material.

All structural welding material shall comply with the requirements contained in (F), provided the welded connections are made on structural steel of the qualities "St. 44" or "St. 37" designated in (B), or any other steel, on condition that the weldability of such steel is amply ascertained by experience and reliable acknowledged tests.

D.— Cast Steel.

Quality and Process of Manufacture.

1.—Steel castings shall be of one of the two following grades in accordance with the purpose for which they are to be used, as specified on the drawings and as prescribed in the Special Specification.

(a) Castings of Grade CSt. 44 for all medium-strength carbon steel castings; for general use and in parts not subjected to wearing on their surfaces;

(b) Casting of Grade CSt. 55 for all high-strength-carbon steel castings which are to be subjected to higher mechanical stresses than CSt. 44; for use in parts subjected to wearing on their surfaces such as pins, hinges, parts of bearings and machinery of movable bridges.

2.— Steel for castings shall be made by the open-hearth process (acid or basic) or electric furnace process, as may be specified. On analysis it must show not more than 0 06 per cent of sulphur or phosphorus;

APPENDIX No. 1.

MATERIALS.

A.—Materials Used.

Structures shall be made wholly of structural steel, except where otherwise specified. Rivet steel shall be used for rivets only. Cast steel shall preferably be used for shoes, rockers and bearings. Forged steel shall be used for large pins, expansion rollers and other parts, as specified. Cast iron may be used only where specifically authorised.

B.—Structural, Bolt and Rivet Steels.

Quality and process of manufacture.

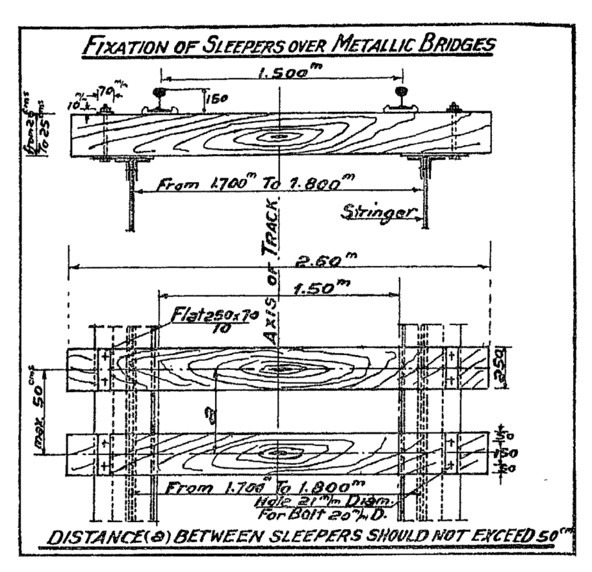
Unless otherwise specified, all structural, bolt and rivet steels shall be of one of the following qualities:

(a) St. 44 quality steel (Standard Grade Steel) with an ultimate tensile strength of 44 to 52 kg per mm ^{2} shall be made by the electric, the open hearth process (acid or basic) or the acid Bessemer process, unless one of these processes is specially required or specified. On analysis, it must show not more than 0.06 per cent of sulphur or phosphorus.

(b) St. 37 quality steel (Ordinary Grade Steel) with an ultimate tensile strength of 37 to 45 kg. per mm^2 shall be made by any of the above-mentioned processes of manufacture for St. 44 quality steel or by any other approved process, when specially authorized. On analysis, it must show not more than 0.06 per cent of sulphur or phosphorus.

Only St. 44 shall be employed for steel bridges. St. 37 may be used for constructions other than bridges.

For standard-gauge (1.435 met) tracks the weight of the rails, fishplates and bolts, saddle plates, coach screws, attach-plates to sleepers, etc., shall be taken equal to 200 kg per metre run of track, unless otherwise specified.



The height of rail shall be assumed as 15 cm, unless otherwise specified.

The sleepers, preferably of oak or American pitch pine, shall be not less than 2.60 met long and spaced at not more than 50 cm. Timber sleepers shall be designed on the assumption that the maximum wheel load on a rail is uniformly distributed over two sleepers, and is applied without dynamic effect.

End-bearings shall be so designed as to permit deflection of the main girders without unduly loading the edges of the bearing plates and the face of the abutment or pier.

2.—Bridges of more than 12 met span shall be provided with rollers at the expansion end, except when the span rests on structural steel parts. In this case the structure may be arranged to slide on bearings with smooth curved surfaces, provided the frictional forces referred to in Art. 15 are duly accounted for.

Expansion rollers shall be not less than 12 cm in diameter, and the number of the rollers shall be either 1, 2, 4, or 6. Rollers with truncated sides (rockers) may be used in special cases only.

All bearings shall be so arranged that they can be readily cleaned.

Rollers shall be coupled together by means of strong side bars and provided with ribs, grooves or flanges so as to ensure their prescribed longitudinal movement and prevent any lateral displacement.

The lower bearing plates shall rest on a 2 to 3 cm thick layer of rich cement mortar or on a 3 mm sheet of lead and shall be provided with masonry ribs capable of transmitting the horizontal components of the bridge reaction.

ART. 54.

Track on Railway Bridges.

The fixation of sleepers and rails to the stringers of railway bridges wth open floors, shall preferably be as shown below. Rail joints shall be avoided, if practicable, or they should be welded.

Flange plates, either in compression or tension, shall preferably be joined together by butt welds without cover plates. The tension flange shall preferably be joined by diagonal butt welds inclined at 45°.

ART. 52.

Camber.

1.—Main girder trusses and plate girders more than 15 met in length of simply supported girder bridges, shall be provided with such a camber that, under the effect of the dead load and half the live load (without dynamic effect), the said camber shall be taken out by the deflection.

Rolled beams and plate girders, 15 met or less in length, need not be camebered.

In the case of bridges, other than of the simply supported type, the erection camber shall be indicated in the Specification.

2.—Structural buildings may also be provided with an erection camber, as indicated in the Special Specification or the plans.

3.—Camber diagrams shall be shown on the erection drawings.

ART. 53.

Expansion. — Bridge Bearings.

1.—The design of structures shall be such as to allow for the changes in length of the span, resulting from changes in temperature, live load stresses and small disptacements of piers or supports. A play of at least $\pm$ one cm per 10 met length shall be provided to that effect.

not exceed 16 times the thickness of the thinner part when in compression or 24 times the thickness of the thinner part when in tensoin, but shall in no case exceed 30 cm.

In a line of intermittent fillet welds, the welding shall extend to the ends of the parts connected; for staggered welds this applies generally to both edges but need not apply to subsidiary fittings or components such as intermediate web stiffeners.

13.—Bridge plate girders shall have their web and flange plates as well as the different parts of such flanges joined together by continuous welds.

Plate girders shall have stiffeners at all points of concentrated loads. In bridges the stiffeners shall be designed as indicated in Art. 44, but the spacing of the stiffeners shall not exceed 130 cm.

Bridge stiffeners and girder connetions are permitted to be directly welded with the compression flange ; in the case of the tension flange, intermediate plates shall be inserted between the flange and the stiffener in order to prevent the weakening of the flange by transeverse welds.

Where intermittent welds are used, the clear distance between consecutive welds, whether chained or staggered, shall not exeeed 16 times the thickness of the stiffener. The effective length of each weld shall be not less than 10 times the thickess of the stiffener in the case of staggered welds and 4 times the thickness of the stiffener in the case of chained welds.

14.—The width of flange plates in compression not directly connected with the web should not exceed 30 times their thickness, otherwise provision should be made to avoid local buckling.

10.—Fillet welds shall be arranged in groups of two or more in such a manner as to prevent occurrence of bending moments in individual welds about their longitudinal axes and to prevent indeterminate twisting moments due to eccentricity.

11.—The minimum size of single-run fillet welds, or, in multi–run fillet welds, the first run, on parts 5 mm and over in thickness, shall be as follows :

Thickness of thicker part	Below 20 mm	Over 20 mm up to and incuding 30 mm.	Over 30 mm.
Minimum size of fillet wéld (mm.)	5	6	8

Where the thicker part is more than 5 cm, or the thickness of the the thinner part is less than the minimum size of fillet weld specified above, special precautions shall be taken to ensure weld soundness.

The effective length of a fillet weld carrying calculated stress shall be not less than four times the size of the weld.

If side fillet welds are used in end connections, the length of each side fillet weld should be not less than the distance between them.

Structural Details

12.—Intermittent welds shall not be used in parts intended to transmit calculated stresses in dynamically loaded-structures.

The clear distance between effective lengths of consecutive intermittent fillet welds, whether chained or staggered, shall

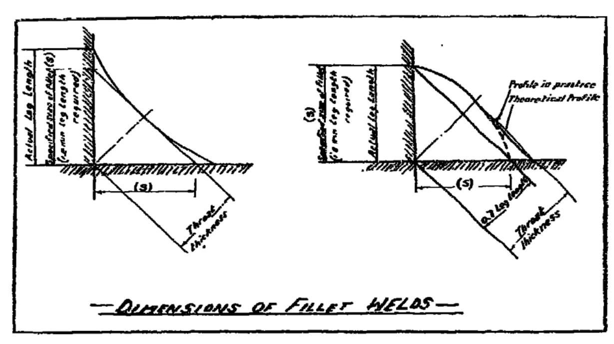
(ii) Where a flush surface is required, the butt weld shall be built up as shown in (i) and then dressed flush.

(iii) Where a butt weld is dressed flush, as in (ii), the permissible stress in the weld metal may be taken as specified in Art. 30.

Fillet Welds.

8.—The minimum leg length of the fillet welds as deposited shall be not less than $^6/_{10}$ in the case of concave fillets and not more than $^9/_{10}$ in the case of convex fillets, of the minimum leg length as deposited (see fig.)

Deviations from this rule are only permitted if the connections cannot be carried out by other means.



—DIMENSIONS OF FILLET WELDS—

9.—Fillet welds shall generally have equal sides and shall be not larger than required by calculation, if practicable. Transverse fillet welds may be made with unequal sides. At the ends of all fillet welded parts or members, specially in dynamically loaded structures, sudden changes of cross-section should be avoided.

nating forces, and which are of unequal width. or where the difference in thickness of the parts exceeds 25 per cent of the thickness of the thinner part or 3 mm, whichever is greater, the dimensions of the wider or thicker part shall be reduced at the butt joint to those of the smaller part, the slope being not steeper than one in five.

6.— (i) Single V and U butt-welds shall be sealed, wherever possible, by depositing a run of weld metal on the back of the joint. Where this is not done, the maximum stress in the weld shall be (except as provided otherwise below) not more than one-half of the corresponding premissible stress indicated in Art. 30.

(ii) In the case of single and double V and U butt welds 18 mm and over in size, in dynamically loaded structures, the back of the first run shall be cut out to a depth of at least 4 mm prior to the application of subsequent runs. The grooves thus formed and the roots of single V and U butt welds shall be filled in and sealed.

(iii) Where it is not practicable to deposit a sealing run of weld metal on the back of the joint, then, provided backing material is in contact with the back of the joint, and provided also the steel parts are bevelled to an edge with a gap not less than 3 mm and not more than 5 mm to ensure fusion into the root of the V and the backing material at the back of the joint, the premissible stress may be taken as specified in Art. 30.

7.—(i) Butt welds shall be built up so that the thickness of the reinforcement at the centre of the weld is not less than the following values:

Butt welds up to and including 30 mm in size	10% of the size of the butt welds.

Butt welds over 30 mm in size . . . 3 mm.

9.—Any weld which cannot be properly made owing to its difficult position shall not be taken into consideration in calculating the strength.

10.—The simultaneous use of welding and riveting in connections shall not be resorted to, unless specifically authorised.

ART. 51.

Details of Design of We ded Connectns.io

General.

1.—Structural members and connections shall be designed so as to take account of the special peculiarities of the welding technique. The provisions of Arts. 44 and 45 for the design of splices in plate girders and trusses shall be observed.

Joints should be accessible for welding inspection and painting, and the arrangement of welds be such that uncertainty of stress distribution is reduced to a minimum.

2.—Overhead welding shall be avoided as far as possible and wherever practicable welding in dynamically loaded structurers shall be carried out in a flat position.

3.—Number of joints and splices shall be reduced to a minimum, and accummulation of welds should be avoided.

Butt Welds.

4.—The included angle of a V butt weld shall be not less than 70° and not more than 100°. In a U butt weld, the radius at the bottom of the U shall be not less than 3 mm, and the angle of bevel on each face shall be at least 10°

5.—In butt welding steel parts in line with each other which are intended to withstand dynamic, repeating or alter-

The stresses in cross-section (n—n) shall be calculated on the assumption that the two materials work together as in a homogeneous section, case (d). The maximum calculated stress (f_p) in the parent material shall not exceed the permissible stress for the said material in tension or compression, and the maximum calculated stress (f_w) in the butt welds shall not exceed the permissible stress for butt welds in tension or compression.

When butt and fillet welds, acting together in the same crsos section, case (c), are subjected to an axial force, the permissible stress in the butt weld shall not exceed that prescribed for the fillet weld.

6.— When the weld in a connection is subjected to shearing stresses in two directions, the maximum resultant stress, calculated as the vector sum of the two stresses, shall not exceed the permissible stress.

7.— In case welds are simultaneously subject to normal and shear stresses, they shall be checked for the corresponding principal stresses.

8.— The weld penetration (depth of fusion in parent metal) shall not be considered as weakening the parent metal sectional area in structural buildings and structures subject mainly to static live loads. In calculating the stresses in the parent metal sections of bridges and structures intended to withstand dynamic, repeating or alternating forces, one mm shall be deducted from the thickness of such sections for each fillet weld along the outline of the cross section (as in the design of the thickness of the webs of plate girders and of gusset plates of welded trusses), unless special precautions are taken to avoid the weakening of the parent metal by undercutting.

of the inscribed rectangular isosceles triangle shall be taken as effective.

4.— The effective length of a fillet weld. for the purpose of stress calculation, shall be deemed to be the overall length of the weld minus twice the weld size (s) as a deduction for end craters.

The effective sectional-area of a weld shall be taken as the effective length of the weld multiplied by the effective thickness for butt welds or size for fillet welds.

5.— The critical section of a welded connection may consist of.

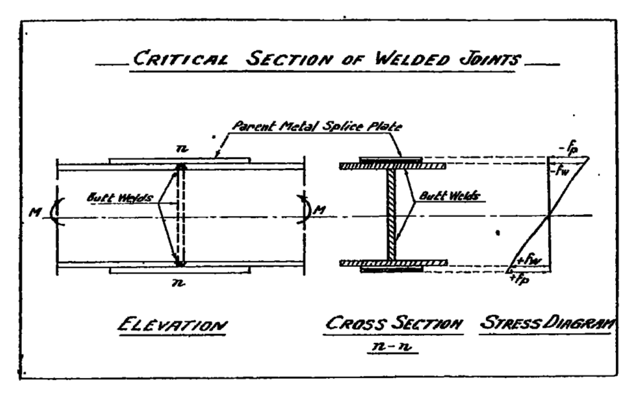
(a) butt welds only

(b) fillet welds only

(c) combined butt and fillet welds

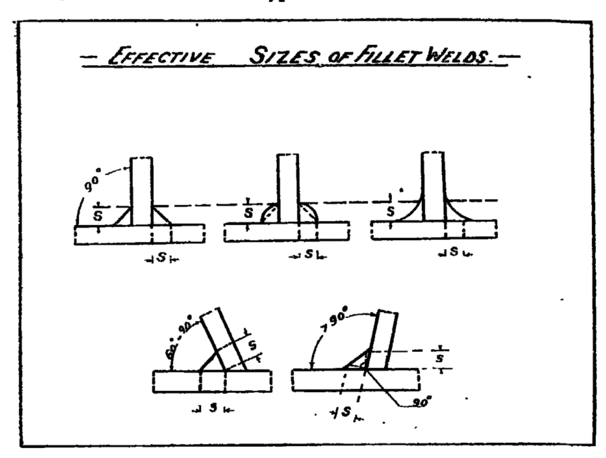
(d) butt welds combined with parent metal (see fig.)

(e) fillet welds combined with parent metal



otherwise specified. If other symbols are used, a complete explanation of their meaning shall be given.

2.— Butt welds shall be of the square I type or of the single or double V or U types.



The size of a butt weld shall be specified by the thickness (s) of the thinner part joined; this thickness shall be used as effective in stress calculations.

3.— The size of a fillet weld shall be specified by the minimum leg length which shall be not less than the effective size (s) indicated below.

Stresses shall be related to the size (s) of the legs of the isosceles triangle inscribed in the welded seam if the angle between the two surfaces to be welded is between 60° and 90°; when this angle is greater than 90°, the size of the legs

weld would not endanger the stability of the structure, such as connections of diaphragms, batten plates and lacing bars, cover plates to rolled beams, component parts of built-up members and hearings, handrailings, and sidewalk brackets.

ART. 50.

Calculation of Welded Connections.

1.— The weld forms shown in the following table may be used and designated on the drawings as indicated, unless

WELDING SYMBOLS

Types		Sections and Elevation		Remarks
BUTT WELDS	I			Welds Machined Flush
	V			
	X			
	U			
FILLET WELDS	STRAIGHT	S	S	7.200
	CONCAVE	S	S	Designation by Effective Leg Size (S) and Length (L) Ex. (7.200)
	CONVEX	S	S	

Rivets through Packings. Rivets carrying calculated stresses and passing through packing over 10 mm ($^3/_8''$) thickness shall be increased by at least 20 per cent over the net number required, The packings should be extended to accommodate one more row of rivets.

Long Rivets. Rivets carrying calculated stresses and whose grip exceeds four-and-a-half diameters shall be increased in number by at least one per cent for each addition of 1 mm grip. If the said grip exceeds six times the diameter of the rivet, specially fitted bolts shall be used.

Minimum Number of Rivets. Connections carrying calculated stresses, except for lacing and the like, shall have not less than two rivets.

ART. 49.

Welding.

1 — Electric–are welding, when shown on the plans or permitted by the Special Specification, may be substituted for riveting or bolting, provided the welding conforms to the conditions specified herein in Arts. 30, 50, 51 and Appendix No. 4.

Other methods of welding shall not be used, unless specifically authorised, in which case tenderers shall submit with their offers a detailed specification of the proposed welding process.

2 — Generally speaking, welding shall be limited to the following items:

(a) Connections in structural buildings, roofs, towers and foot bridges. subject mainly to static live loads;

(b) Connections in road-bridges and crane girders which are subject to low stresses only, or where the failure of the

plate or angle nor eight times the diameter of the rivet. In angles having two lines of staggered rivets. the pitch on each gauge line may be one-and-a-half times this limit.

Edge Distance of Rivets. The minimum distance from the centre of any rivet to a sheared edge shall be one-and three-quarter times the diameter ef the rivet; and to a rolled or planed edge one-and-a-half times the diameter of the rivet.

Where two or more flange plates are employed, the edge distance from the centre line of the nearest rivet shall be not greater than eight times the thickness of the thinnest outside plate or three times the diameter of the rivet.

Rivets and Bolts in Tension. In riveted and bolted connections rivets and bolts carrying longitudinal tension shall be avoided as far as possible; countersunk rivets shall not be used in such s case.

Whenever the use of rivets and bolts working in tension cannot be avoided, the permissible tensile stress on their shanks shall in no cass exceed 0.3 (f_{pt}) for the rivets and 0.8 (f_{pt}) fer the bolts, (f_{bt}) being the permissible tensile unit stress prescribed in Arts. 28 and 29.

Whenever rivets and bolts are simultaneously subjected to tension and shear, the permissible shear stress shall not exceed 0.4 (f_{pt}).

Bolts in tension shall be made self-locked.

Field Rivets. For connections which are to be made in the field, an excess of 15 per cent over the number required according to the prescribed permissible stresses shall be provided.

Wall-bearing spans up to 30 met shall slide on smooth surfaces at one end. Wall-bearing spans over 30 met shall have expansion rollers or rockers at one end. Expansion rollers shall be not less than 8 cm in diameter. Expansion ends shall be secured against lateral movement. and all fixed ends against movement in any direction.

ART. 47.

Connections.

Members and parts of bridges and structural buildings shall generally be connected together by rivets. as specified in Art. 48.

By special permission, connection may also be made by the use of turned fitted bolts or welds.

Foot bridges and structural buildings not subject to dynamic effect, vibration or reversal of stress may have connections made by the use of black bolts, when specifically authorised; in this case the permissible stresses shall not exceed 50 per cent of the values given in Arts. 28 and 29.

ART. 48.

Rivets and Bolts

Pitch of Rivets. The distance between centres of rivets shall be not less than three times the diameter of the rivet.

In built-up compression members, the rivet pitch shall not exceed twelve times the thickness of the thinnest outside plate or angle nor six times the diameter of the rivet. In angles having two lines of staggered rivets, the pitch on each gauge line may be one-and-a-half times this distance.

In built-up tension members the rivet pitch shall not exceed sixteen times the thickness of the thinnest outside

angle cleats, stiffeners. etc., are planed flush with the stanchion shaft for bearing, not less than 60 per cent of the axial load shall be considered as taken by the fastenings.

In case of bending moments, sufficient rivets, bolts or welding shall be provided to transmit the full bending moment to the base.

Where the end of the stanchion shaft and the gusset plates are not planed flush, the fastenings connecting them to the baseplate shall be sufficient to transmit all the forces to which the base is subjected.

Bracings. When floors, roofs or walls are incapable of transmitting horizontal forces to the foundations, the said forces shall be transmitted to the foundations through the steel framework. Triangulated bracing and/or portal construction shall be provided for the purpose.

In buildings where high speed travelling cranes are supported by the structure or where a building or structure may be otherwise subject to vibration or sway, additional bracing shall be provided to reduce the vibration or sway to a suitable minimum.

Minimum Thickness of Material. Provisions for minimum sections (Art.41) shall apply, except as otherwise prescribed.

The minimum thickness of gusset plates shall be 8 mm; gusset plates for trusses with end reactions greater than 20 tonnes shall be not less than 10 mm thick.

Webs of girders shall be not less than 6 mm thick.

Sole plates or bed plates shall be not less than 12 mm thick.

Anchor bolts shall be not less than 20 mm in diameter.

Expansion and Bearings. The prescriptions of Art. 53 shall apply, except as otherwise provided herein.

a depth of 30 cm or more shall have at least 2 bolts to each separator. When concentrated loads are carried from one beam to the other, diaphragms of sufficient stiffness shall be used to distribute the load.

Trusses. Provisions for bridge trusses (Art. 45) shall apply, except as otherwise prescribed herein.

(a) Compression Members.

The width of the outstanding legs of angles in compression (except where reinforced by plates) shall not exceed 12 times the thickness.

The design of batten plates and lacing bars in compression members shall follow the provisions of Arts. 25 and 45. The slenderness ratio of each component part between consecutive connections of the lacing shall be not more than 60.

(b) Tension Members.

Tension members shall always be of rigid construction. For horizontal and inclined members, the depth shall be not less than $^1/_{40}$ of the unsuppoted length of these members.

(c) Connections.

Connections of web members to the gusset plates and splices of chord members shall preferably have a strength equal to the maximum strength of the connected members based on the premissible stresses in these members. In no case shall the strength of the connection be less than 75 per cent of the maximum strength of the member nor less than the average of this strength and the maximum force in the member.

Stanchion and Column Bases. Proper provision shall be made to transfer the column loads and moments, if any, to the footings and foundations.

In stanchions with gusseted bases, when the gusset plates,

If some parts of a tension or compression member are directly connected to a gusset plate, while other parts are connected by lug angles or splice pates, the rivets connecting the lug angles or splice plates to gussets shall be assumed to take only $^{2}/_{3}$ of the stress allowed in a direct connection. The outsandiug leg of the lug angles shall be provided with 25 per cent additional rivets.

ART. 46.

Structural Buildings Parts.

Depth Ratios. The depth of rolled beams in floors shall be not less than $^{1}/_{24}$ of the span. Where floors are subject to shocks or vibrations, the depth of beams and girders shall preferably be not less than $^{1}/_{20}$ of the span. The depth of roof purlins shall preferably be not less than $^{1}/_{30}$ of the span and in no case less than $^{1}/_{40}$ of the span. Beams and girders supporting plastered ceilings shall be so proportioned that the maximum deflection will not exceed $^{1}/_{300}$ of the span.

Maximum Slenderness Ratio. The slenderness ratio $\frac{l}{r}$ shall not exceed the following values :

For main compression members	140
For bracing in compression	180
For tension members	200
For bracing in tension	240

Plate Girders and Rolled Beams. Provisions for bridge plate girders (Art. 44) shall apply. except as otherwise prescribed herein.

Plated ebams and rolled beams shall in general be proportioned by the moment of inertia method.

Where two or more rolled beams are used to form a girder, they shall be connected by bolts and separators at ntervals of not more than 1.50 met. All beams having

(f) Batten plates in compression members shall have a thickness of not less than $^1/_{40}$ of their unsupported width between the lines of rivets or welds connecting them to the flanges. The length of batten plates at the ends of members shall be at least $1^1/_4$ times the said unsupported width ; the length of intermediate batten plates shall be at least $^3/_4$ their unsupported width.

The thickness of flat lacing bars shall be not less than $^1/_{40}$ of the distance along the bar between the rivets connecting them to the flanges in the case of a single lacing system and $^1/_{60}$ of this distance in the case of a double lacing system. Stiff sections shall preferably be used for the lacing of struts in railway bridges.

Tension Members. Tension members shall always be of rigid construction and their slenderness ratio (l/r) shall not exceed 160 for railway bridges and 180 for road bridges.

For horizontal and inclined members, the depth shall be not less than $^1/_{30}$ of the unsupported length of these members in railway bridges and $^1/_{35}$ of the said length in road bridges.

In double plane trusses, the two component parts of tension members shall be connected together by diaphragms and batten plates similar to those of the compression members but their thickness may be reduced by 25 per cent.

Connection, Splices, Gusset Plates. Connections of web members to the gusset plates and splices of chord members shall have a strength equal to the effective strength of the connected members, based on the permissible stresses in these members.

Gusset plates shall be proportioned to withstand the forces in the web members as given above; their thickness shall be at least 12 mm in railway bridges and 10 mm in road bridges.

iv) distance from outside rivets to edge of plates $d_3 \not> 9t_2$.

(d) Where required, the resistance to buckling of web and cover plates in compression members shall be verified according to an approved method of calculation.

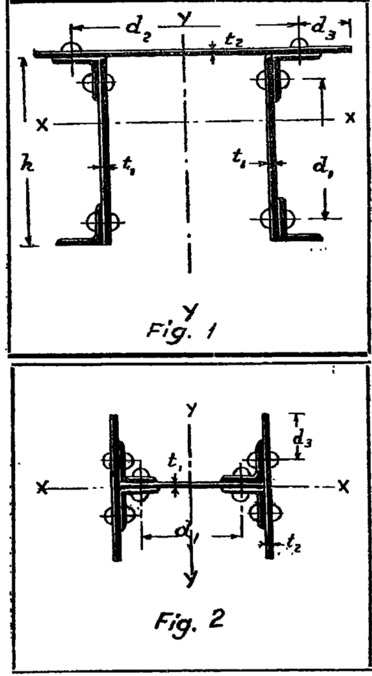


Fig. 1

Fig. 2

(e) The pitch of rivets at the ends of struts shall not exceed $4^1/_2$ diameters for a length equal to at least $1^1/_2$ times the width of the member.

prescriptions of Art. 38 for permissible deflections. For simply supported parallel chord trusses, the depth shall preferably be not less than one-eighth of the span for railway bridges or one tenth of the span for road bridges.

Compression Members. (a) The slenderness ratio $(\frac{l}{r})$ of compression members of main-girders shall not exceed 90 for railway bridges or 110 for road-bridges, exception being made for verticals in through bridges, where this slenderness ratio may be increaed to 100 and 120 respectively.

In calculating the slenderness ratio $(\frac{l_x}{r_x})$ for compression members of the type shown in fig. 2 below, the area of the web plate may be neglected, if this is done in computing the stresses.

(b) In double plane trusses, the two web plates of the compression members shall be connected together by diaphragms. and the open sides of the box section shall be provided with batten plates close to the gusset plates and with intermediate batten plates or lacing bars to avoid lateral buckling of their component parts. The slenderness ratio of each component part between consecutive connections of lacing bars or batten plates shall be not more than 50.

(c) Compression members carrying a force of more than 150 tonnes shall preferably have a cross-section with a transverse plate as shown in figs. 1 and 2 below. To avoid local buckling, the minimum thickness of web and cover plates shall be as fallow :

i) thicknees of web plates : $t_1 \geqq \frac{1}{20} d_1$

ii) thickness of cover plate : $t_2 \geqq \frac{1}{40} d_2$

iii) thickness of angles: not less than either of the two fore-going values.

S = maximum vertical shear at the position of the stiffeners,

(d_1) and (d_2) = distances from the centre line of the considered stiffener to the centre lines of the two adjacent stiffeners,

h = total depth of the web plate.

All stiffeners shall be proportioned as struts with a buckling length equal to (0.8 h). Stiffeners over the bearings shall be designed for the maximum reactions of the girder.

Flange Rivets and Welds. Flanges of plate girders shall be connected to the web plate by rivets or welds sufficient to transmit the horizontal shearing force, combined with any vertical loads (including dynamie effect) that are directly applied to the flanges. The computed stress on rivets or welds connecting the flanges to the webs shall be the resultant stress due to the horizontal shear and the shear from the vertical load.

Where railway sleepers rest directly upon the flanges, each wheel load shall be assumed to be uniformly distributed over a length equal to twice the sqacing of sleepers, with a maximum of one metre (Art. 54).

ART. 45.

Riveted Bridge Trusses.

Spacing and Depth of Trusses. The spacing between centres of main trusses should be sufficient to resist overturning with the specified wind pressure and loading conditions, otherwise provision must be specially made to prevent this. In no case shall this width be less than 1/20 of the effective span, nor shall the depth of the trusses be greater than three times the width between centres of trusses. The depth of trusses shall be chosen to comply with the

tenth of the span in case of railway, and one-twelfth of the span in case of road-bridges.

In no case shall the thickness of the web be less than $\frac{1}{170}$ of its unsupported depth (clear distance between the flange angles). The factor of safety against web buckling shall be not less than 2, taking into account the dynamic effect; an approved method shall be used in calculating the critical stresses.

Splices in webs shall be designed for the full strength of the web in shear and bending.

Web Stiffeners. Stiffeners shall be placed over the bearings of plate girders and at all points of concentrated loads. End stiffeners shall preferably consist of four angles or two tee bars. and they shall not be crimped. Intermediate stiffeners shall preferably consist of two angles.

When the thickness of the web is less than 1/70 of the unsupported distance between the flange angles, intermediate stiffeners shall be provided throughout the length of the web plate. The clear distance (d) between these stiffeners shall not exceed 180 cm or that given by the formula :

$$d = \frac{2800\ t}{\sqrt{s}}$$, in which

t = thickness of web in cm,

s = maximum shear unit stress in web (kg per cm²) due to dead and live loads (including dynamic effect).

Intermediate stiffeners and the rivets or welds connecting them to the web plates in the upper and lower third of the stiffener shall be designed for a force equal to :

$$\frac{S\,(d_1 + d_2)}{3\,h}$$, where

Flange Sections. Flange angles shall form as large a part of the area of the flange as practicable and the number of flange plates shall be reduced to a minimum. To obtain an even distribution of stress over the cross-section of the flange plates, these shall not project beyond the outer line of rivets which pass through the flange angles more than sixteen times the thickness of the thinnest outside flange plate. Where a single flange plate is used, the corresponding projection shall not exceed nine times the thickness of the plate.

In welded construction each flange should preferably consist of a single section which may vary in thickness as required.

The length of the flange plates shall be determined from the diagram of maximum bending moments in such a way that the actual stresses, at the points of change of cross section, do not exceed the actual stresses at the middle cross-section.

The strength of splice plates and their connecting rivets or welds shall correspond to the full strength of the flanges based on the permissible stresses.

At the end of each flange plate, rivets shall be provid at a pitch not exceeding four-and-a-half diameters and equal in strength to that of the flange plate, and the part of the flange plate extending beyond its theoretical end shall contain at least 3/4 the number of these rivets.

In the case of welded plate girders, there shall be provided continuous welds between the web and the flange plates and between the flange plates themselves.

Web plates. The height of webs in plate girders of the simply supported type shall preferably be not less than one-

lateral bracing only, the distance of the intermediate cross frames shall not exceed 4 met.

Bracing of Top Flanges of Through Bridges. In truss bridges without upper lateral bracing and in plate girder through bridges, the upper chords or flanges shall be braced at every panel point by open frames, consisting of the cross girder and the two posts or stiffeners rigidly connected to each other by bracket plates as large as the specified clearance will allow; these open frames shall be designed to resist the transverse force specified in Art. 27.

Stringer Bracing and Bracing for Braking Forces. To avoid lateral bending of stringers and cross-girders in railway bridges, bracing systems shall be provided to resist the lateral shock effect and the braking force. These bracings may be omitted in the case of solid floors.

ART. 44.

Bridge Plate Girders.

General. Plate girders may be designed by the flange area method, assuming that the shearing stresses are evenly distributed over the web plate and the bending stresses evenly distributed over the two flanges, consisting each of the net area of the flange plates, flange angles and one-eighth of the web area in riveted construction and one–sixth of the web area in welded construction.

Plate girders may also be designed by the moment of inertia method, deducting the rivet holes in both tension and compression flanges.

When the width of the compression flange is less than 1/12 of its unsupported length the safety against lateral buckling must be checked, considering the flange as a compression member as specified in Arts. 27 to 29 and 33.

of the bridge the lateral forces due to wind pressure, lateral shock effect and centrifugal force.

There shall be a lower lateral bracing in all spans except in deck spans less than 15 met long. There shall also be an upper lateral bracing in deck spans and in through spans that have enough headroom.

If the bracing is a double system and if its members meet the requirements for both tension and compression members, both systems may be considered acting simultaneously. If the lateral bracing is made up of crossed diagonals and struts, a further reduction of 20 per cent in the allowable stresses prescribed in Art. 22 shall be made in order to account for the effect of the chord strains due to the vertical loads.

The slenderness ratio $(\frac{l}{r})$ shall not exceed 140 for compression members and 200 for tension members. The depth of the compression members shall be not less than $^1/_{40}$ of their unsupported length.

Portal Bracing and Intermediate Transverse Bracing. In all bridges with an upper and a lower lateral bracing, there shall be provided at each end a portal bracing capable of transmitting to the bearings the horizontal reactions of the upper lateral bracing. In through bridges these portals shall be closed frames consisting of the cross-girders, the two end posts and an upper strut as deep as possible. In deck bridges end cross-frames shall be of the rigid type.

In all railway bridges and in road deck bridges there shall be intermediate transverse bracing at least at every third panel point in order to increase the stiffness of the bridge.

In the case of plate girder deck bridges with an upper

negative moment at the support. In all other cases, stringers shall be calculated as simply supported beams on free rigid supports.

The ends of deck plate girders and stringers at abutments of skew bridges shall be square to the track, unless a ballasted floor is used.

Intermediate cross-frames shall be placed between stringers more than 4 met long.

Rolled beams, when used for temporary work, shall be limited to four under each rail and be symmetrically placed with respect to it. The beams in each group shall be connected by solid web diaphragms near the ends and at intermediate points spaced not more than 12 times the flange width. Bearing plates shall be continuous under each group of beams. End stiffeners shall be used as required by Art. 44.

Cross Girders shall preferably be at right angles to the girders or trusses and shall be rigidly connected thereto. The lower lateral bracing shall engage both the bottom chord and the cross-girders. Sidewalk brackets shall be connected in such a way that the bending stresses will be transferred directly to the cross-girders.

End cross-girders shall be designed to permit the use of jacks for lifting the superstructure. For this case, the permissible stresses may be increased 50 per cent.

ART. 43.

Bridge Bracing.

Lateral Bracing. In all bridges, except in short spans with a solid floor, rigid lateral bracing shall extend from end to end, and be capable of transmitting to the bearings

Floor members. Floor members shall be designed with special reference to stiffness by making them as deep as economy or the limiting underclearances will permit.

If possible, the depth of built-up stringers and cross-girders should generally be not less than 1/8 of their span.

Provisions for plate girders (Art. 44) shall apply to built-up cross-girders and stringers.

The strength of rolled beams shall be based upon their section moduli. The depth of rolled beams used as girders and that of solid floors shall preferably be not less than one twelfth of the span.

Structural steel sections embedded in concrete shall be considered to resist all dead and live loads (including the dynamic effect). The stressos induced therein may exceed by 15 per cent the permissible stresses prescribed in Arts. 28 and 29, without taking into account any relief of stress due to the embedding material, unless otherwise specified. The prescribed live load shall be considered as uniformly distributed laterally over a width of 3.50 met.

Stringers shall preferably consist of solid rolled 1-beam sections and be spaced from 170 to 180 cm centre to centre. They may be fitted between the cross-girders or be made continuous over two or more panels. In the calculation of continuous stringers, the following bending moments may be assumed :

Positive moment in end spans ... ... 0.9 M_0

Positive moment in intermediate spans ... ... 0.8 M_0

Negative moment at supports ... ... 0.75 M_0

where (M_0) is the maximum bending moment for a simply supported girder. The same values of bending moments shall be assumed for stringers fitted between cross-girders and provided with top and bottom plates resisting the full

ART. 41.

Minimum Sections.

The minumum sections (in mm) to be used in structura steelwork shall be as follows :

Sections	Railway Bridges	Road Bridges	Buildings
Equal Angles	75X75X8	65	45 X 45
Unequal Angles	75X50X8	65 X 50 X 7	45 X 30 X 5
Standard Beams	200X90 / 7.5X11.3	160 X 74 / 6.3 X 9.5	120 X 58 / 5.1 X 7.7
Channels	160X65 / 7.5X10.5	120 X 55 / 7 X 9	80 X 45 / 6 X
Plates	8	8	5

For lacing bars and secondary members of handrailings, parapets, skylights, stairways and similar structures, smaller sections may be used.

An addition shall be made to the sectional-area required to resist the computed stress, so as to allow for corrosion, when climatic influences or other conditions may set up such a corrosion or when the steelwork is not accessible for painting on both sides. In such cases the minimum thickness as given above should be increased by at least 2 mm.

ART. 42.

Railway Bridge Floors.

Types. Floors of railway bridges may be of the open timber floor type or of the ballasted floor type.

Ballasted floors shal' have not less than 20 cm of ballast under the sleepers.

The gross moment of inertia and the gross statical moment shall be used in calculating the shearing stress in plate girders and rolled beams.

2— The diameter of the rivet holes, as marked on the drawings, shall be considered as the effective diameter of rivets.

The effective bearing area of rivets and fitted bolts shall be the diameter multiplied by the length in bearing, except that for countersunk rivets half the depth of the countersunk shall be deducted.

In the case of bolts subjected to longitudinal tension, the effective diameter of the bolt shall be the diameter at the root of the thread.

ART. 40.

Symmetry and Concentricity of Sections.

All sections shall, as far as possible, be symmetrical about the central plane of girder or truss. Web members shall preferably have two planes of symmetry.

All riveted, welded or pinned connections should be symmetrically arranged so as to avoid eccentricity as far as possible

Members meeting at a joint should, as a rule, have their lines of centres of gravity intersect at a point.

If connected on one side of a gusset plate, the effective section of angles in tension shall be the net area of the connected legs, plus one-half the area of the unconnected ones. If such angles are in compression, the permissible buckling stress, using the full section of the angles, shall be 60 per cent only of that allowed for a centrically loaded member.

ART. 38.

Permissible Deflections.

The elastic deflections of girders due to the live load (without dynamic effect) shall in no case exceed the following values (in fractions of the span) :

Railway bridges	1/900
Road and foot bridges	1/700
Structural buildings	1/400

B— DETAILS OF DESIGN AND CONSTRUCTION

ART. 39.

Sectional Areas — Effective Diameter and Bearing Area of Rivets and Bolts.

1 — The effective net sectional-area shall be taken for all tension members. This area shall be the least that can be determined from any plane or planes cutting each component plate or section perpendicularly to its axis, diagonally, or following a zig-zag line through adjacent rivet holes. In each case all holes of rivets or bolts met with shall be deducted from the gross sectional-area. Where any portion of the sectional-area is measured along a diagonal plane, four-fifths only of the net area of such portion shall be taken in computing the effective area with a minimum equal to that obtained by assuming all the holes to be in one perpendicular plane.

The gross sectional-area shall be taken for all compression members except where holes are provided for black bolts, in which case such holes shall be deducted.

The aforesaid pressures may be exceeded by 20 per cent when the maximum combination of primary and additional stresses is taken into account.

In the case of expansion bearings not provided with rollers, the above-mentioned pressures shall be reduced by 50 per cent.

ART. 37.

Stability and Anchorage.

Anchorage shall be provided in any structure, wherever necessary, to the extent of at least 50 per cent in excess of the overturning effect of the longitudinal and lateral horizontal forces. In the case of bridges, the following conditions shall be considered :

(a) When the structure is fully loaded;

(b) When wind pressure of the full force of 250 kg per m^2 is acting on the unloaded structure ;

(c) Where the structure carries a railway, and a wind pressure of 150 kg per m^2 is acting thereon, the track, or, if more than one, the leeward track only, being assumed to be occupied by empty vehicles weighing 1.25 tonnes per met run taken without dynamic effect;

(d) Where the structure carries a roadway and a wind pressure of 150 kg per m^2 is acting thereon, the leeward side of the carriageway being assumed to be occupied by a continuous line of vehicles weighing 0.2 tonne per met run ;

(e) Provision shall be made for that condition or possible combination of conditions which produces the greatest effect.

The bearing pressure between pins made of cast or forged steel and ths gusset plates shall not exceed 2400 kg per cm^2.

5.—Where hard copper alloys are used for sliding bearings, the pressure thereon shall not exceed 300 kg per cm^2 after allowing for the dynamic effect of the live load.

ART. 36.

Area of Bearings or Bedplates.

The area of bearings or bedplates shall be so proportioned that the pressure due to the primary stresses on the materials forming the bearing stones or templates shall not exceed the values (in kg per cm^2) indicated in the following table :

Type of Bearing Stones	Permissible Compressive Stress
1— Pressure on lead sheeting or cement mortar layer between the metal bearing plate and	
(i) bearing stones made of granite, basalt or similar hard stones ...	40
(ii) concrete templates reinforced with circular hoops or heavily reinforced caps under the bearings	70
2— Pressure between bearing stones or templates and underlying masonry made of	
(i) concrete or ashlar hard stones ...	25
(ii) squard rubble stones or brickwork	15

The aforesaid permissible stresses may be exceeded by 20 per cent when the maximum combination of primary and additional stresses is taken into account.

2.—For fixed, sliding and movable bearings with one or two rollers, the permissible bearing stresses (in kg per cm^2) shall be as given below when the surfaces of contact between the different parts of a bearing are lines or points and when their calculations are carried out according to the Hertz formula :

For Cast Iron CI. 14.	5000
For Rolled Steel St. 44.	6500
For Cast Steel CSt. 55.	8500
For Forged Steel FSt. 56.	9500

assuming the said bearings are subject only to the primary stresses designated in Art. 20.

3.—The allowable reactions (R in kg) on cylindrical expansion rollers shall not exceed the following values :

Cast Iron CI. 14	68 d.b
Rolled Steel St. 44	55 d.b
Cast Steel CSt. 55	95 d.b
Forged Steel FSt. 56	117 d.b

where (d) and (b) are the diameter and length of the rollers (in cm), respectively.

In the case of movable bearings with more than two rollers, where the compressive force affecting the said rollers cannot be equally shared by all their parts, the aforesaid allowable reactions shall be decreased by 20 per cent.

4.—When bearings are provided with cylindrical cast steel knuckle pins, the diameter (d) of the pins shall be given by the formula : $d = \frac{4}{3} \frac{R}{b}$

ART. 34.

Permissible Stresses in Cast Iron.

Cast iron shall not be used in any portion of the structure of a bridge or of that of an important building except only when subject to direct compression.

The permissible stresses in the material of the grade CI. 14 specified in Aopendix No. 1 shall not exceed 400 kg per cm^2 in tension or 1000 kg per cm^2 in compression when subject to the primary stresses designated in Art. 20.

The safety against buckling effect shall be verified by applying the following formula of permissible stress (in kg per cm^2) for all parts subject to compressive, forces:

$$f_{pb} = \frac{1000}{1+0.0007\left(\frac{l_b}{r}\right)^2},$$

where (l_b) and (r) are as defined in Art. 25.

ART. 35.

Permissihle Stresses in Bearings and Hinges.

1—The following table gives the permissible stresses (in kg per cm^2) in the parts of bearings and hinges made of cast iron, cast steel and forged steel of the qualities specified in Appendix No. 1, and subject to bending or compression :

Material	Primary Stresses	
	Bending	Compression
Cast Iron CI 14 ...	Tension 400 Compression 1000	1000
Cast Steel CSt. 55 ..	1800	1800
Forged Steel F.St. 56	2000	2000

Appendix No. 1, shall not exceed the permissible stresses indicated in Art. 35.

2—The permissible stresses in forged steels of the grade FSt. 56 specified in Appendix No. 1 shall not exceed the permissible stresses indicated in Art. 35.

ART. 33.

Permissible Stresses in Wrought Iron.

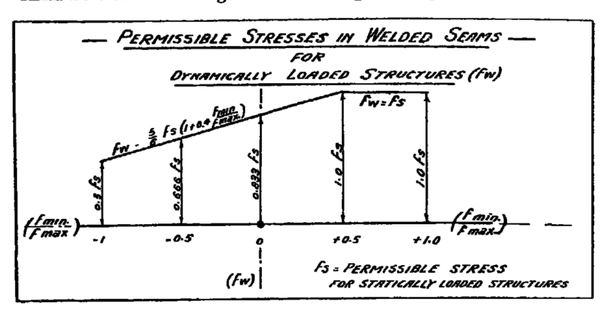
1 — Where wrought iron of the quality specified in Appendix No.1 is used, the maximum stresses in the material shall in no case exceed the values (in kg per cm²) indicated in the following table :

	Causes of Stress	Tension Bending	Compression	Buckling		Shear	Shear on Rivets, Turned Bolts	Bearing on Rivets, Turned Bolts
				$\frac{l_b}{r} < 100$	$\frac{l_b}{r} > 100$			
I. Primary Stresses	Dead Load, Live Load, Dynamic Effect, Centrifugal Force, Temperature Effect	1000	900	$900-0.04\left(\frac{l_b}{r}\right)^2$	$5\left(1000\frac{r}{l_b}\right)^2$	600	800	2000
II. Primary and Additional Stresses	Dead Load, Live Load, Dynamic Effect, Centrifugal Force, Wind Pressure, Temperature Effect, Braking Force, Lateral Shock Effect, Frictional Resistance of Bearings—Settlement of Supports	All values 20 per cent higher than for Item (I).						

where (l_b) and (r) are as defined in Art. 25 for the verification of safety against the buckling effect.

2—The same permissible stresses shall apply to any steel structure constructed before the year 1900.

3.—For parts of railway bridges, the permissible stresses shall be taken as designated in the Special Specification.



ART. 31.

Permissible Stresses in High Grade Structural Steels.

Where high grade structural steels, having special properties and chemical composition, with an ultimate tensile strength higher than that of the standard grade steel "St. 44" specified in Appendix No. 1, are used by special permission and under a satisfactory guarantee, the permissible stresses in such steels shall be prescribed in the Special Specification.

ART. 32.

Permissible Stresses in Cast and Forged Steels.

1.—The permissible stresses for tension, compression and bending in cast steels of the grade CST. 44 specified in Appendix No. 1 shall not exceed the permissible stresses prescribed in Art. 28 for structural steel "St. 44".

The permissible stresses for tension, compression and bending in cast steels of the grade CSt. 55 specified in

ART. 30.

Permissible Stresses in Welded Seams.

Welded joints and connections, when used under the provisions of Arts. 49, 50 and Appendix No. 1 and when the materials to be welded conform to standard grade structural steel St. 44 or ordinary grade structural steel St. 37, shall be so proportioned that the maximum stresses in the welding meterial shall in no case exceed the values hereinafter specified :

1.—For structural buildings and structures subject mainly to static live loads, the permissible stresses (f_s) shall be :

Butt Welds	Compression Tension . Shear . . .	$1.00\ f_c$ $0.70\ f_{pt}$ $0.55\ f_{pt}$
Fillet Welds	All kinds of stresses . .	$0.40\ f_{pt}$

f_{pt} = permissible strnss for the parent material in tension-

f_c = permissible stress for the parent material in compres, sion or buckling as the case may be.

2.—For road-bridges, crane girders and structures subject to dynamic. repeating or alternating forces, the permissible stresses (f_w) shall be calculated from the extreme stresses (greatest and least stress) in the connection, as follows :

$$for + 0\ 5 \lhd \frac{f_{min}}{f_{max}} \lhd + 1.0 ; f_w = f_s .$$

$$for - 1.0 \lhd \frac{f_{mix}}{f_{max}} \lhd + 0\ 5 ; f_w = {}^5/_6\, f_s \left(1 + 0{,}4\ \frac{f_{min}}{f_{max}}\right)$$

where (f_{min}) and (f_{max}) are the aumerically minimum and maximum stress values in the connection, and (f_s) the permissible stress for structures subject to static live loads, as given in para (1).

ART. 29.

Permissible Stresses in Ordinary Grade Structural Steels

Where ordinary grade structural steels of the quality specified in Appendix No. I and named as "St. 37" are used under a satisfactory guarantee, the maximum stresses in the material shall in no case exceed the values (in kg per cm²) indicated in the following table :

	Causes of Stress	Tension Bending	Compression	Buckling		Shear	Shear on Rivets, Turned Bolts	Bearing on Rivets Turned Bolts
				$\frac{l_b}{r} < 100$	$\frac{l_b}{r} > 100$			
		(f_{pt})	(f_{pc})	(f_{pb})	(f_{pb})			
I. Primary Stresses	Dead Load . . . Live Load . . . Dynamic Effect . Centrifugal Force Temperature . . Effect . . .	1200	1100	$1100\text{-}0{,}05\left(\frac{l_b}{r}\right)^2$	$6\left(1000\frac{r}{l_b}\right)^2$	800	960	2400
II. Primary and Additional Stresses	Dead Load . . . Live Load . . . Dynamic Effect . Centrifugal Force Temperature Effect . . . Wind Pressure . Braking Force . Lateral Shock Effect . . . Frictional Resistance of Bearings Settlement of Supports . . .	All values 20 per cent higher than for item (1).						

	Causes of Stress	Tension Bending	Compression	Bucking $\frac{l_b}{r} < 100$	Bucking $\frac{l_b}{r} > 100$	Shear	Shear on Rivets, Turned Bolts	Bearing on Rivets Turned Bolts
I Primary Stresses	Dead Load . . . Live Load . . . Dynamic Effec . . Centrifugal force . Temperature effects	(f_{pt}) 1400	$(f_{po}$ 1300	$(f_{pb}$ $1300-0.07(\frac{l_b}{r})^2$	(f_{pb}) $6(1000-\frac{r}{l_b})^2$	900	1100	2800
II Primary and Additional Stresses	Dead Load . . . Live Load . . . Dynamic Effect . . Centrifugal Force . Temperature effect Wind Pressure . . Braking Force . . Lateral Shock effect. Frictional Resistanc of Bearings. Settlement of supports	All values 20 per cent higher than for Item (I).						

l_b = distance between portals.

Web Members of Main-Girders

(a) For buckling in the plane of the truss :

l_b = 0.8 of the theoretical distance between panel points

(b) For buckling out of the plane of the truss :

i) in a single system of triangulation :

l_b = theoretical length of web member,

ii) for crossed diagonals :

l_b = 0.8 of the theoretical length of diagonal.

iii) for diagonals in K trusses :

l_b = 1.2 of the theoretical length of diagonal.

ART. 28.

Permissible Stresses in Standard Grade Structural Steels.

Structures shall be so designed that the maximum stresses in standard grade structural steels of the quality specified in Appendix No.I and named as "St. 44" shall in no case exceed the values (in kg per cm^2) indicated in the following table:

ART. 27.

Effective Buckling Lengths.

1.—The effective buckling length (l_b) to be introduced in the formulas for the permissible buckling stress of a compression member shall generally be the distance between the points of support of the member in either direction of the space.

For members restrained at their ends by stronger members, the effective buckling length may be reduced when the maximum compressive loads of the different members do not occur.

2.—For the usual riveted and welded bridge trusses, the following effective buckling lengths shall be taken :

Chords of Main-Girders

(a) For buckling in the plane of the truss:

l_b = theoretical distance between panel points of main girders.

(b) For buckling out of the plane of the truss :

i) if the chord is laterally supported by wind diagonals or stiff cross-frames.

l_b = theoretical distance between panel points of wind bracing or between cross-frames.

ii) if the chord is laterally supported by flexible transverse frames capable of taking a horizontal force equal to 1/100 of the maximum compressive force in the chord:

l_b = 1.25 of the distance between cross-frames,

iii) if the chord is supported by portals only :

3—In a member subject to a compressive force P and a bending moment M (eccentrically loaded compression member), the maximum stresses must satisfy the following equation :

$k \frac{P}{A} + \frac{M}{Z_s^1} = f_{pc}$, where

A = sectional area

Z = sectional modulus of the member

f_{pc} = permissible compressive stress without considering buckling.

f_{pb} = permissible buckling stress

$k = \frac{f}{f_{pb}}$

ART. 26.

Effective Spans and Effective Depths.

For the calculation of bending moments and shearing forces, effective spans shall be assumed as follows :

Beams, girders and trusses : distance between centres of bearings.

Cross-girders : distance between centres of trusses or girders.

Stringers : distance between centres of cross girders.

Effective depths shall be assumed as follows :

Trusses : distance between centres of gravity of chords.

Plate girders : distance between centres of gravity of the effective flanges (flange area method).

(a) For buckling in the plane (y–y), the permissible stress for the members shall be obtained by using the slenderness ratio and the formulas for solid members given in Arts. 27 to 29, 33 and 34.

(b) For buckling in the plane (x–x), the slenderness ratio $\left(\frac{l_y}{r_y}\right)$ in these formulas shall be replaced by the values given hereunder :

i) for members with lacing bars and batten plates at their ends :

$$\sqrt{\left(\frac{l_y}{r_y}\right)^2+\left(\frac{l_z}{r_z}\right)^2}$$

ii) for members with batten plates only :

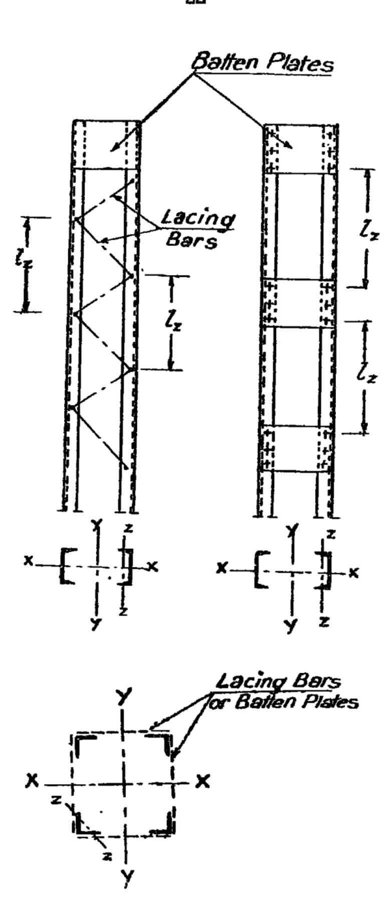
$$\sqrt{\left(\frac{l_y}{r_y}\right)^2+\left(\frac{1.25\ l_z}{r_z}\right)^2}$$ where

l_z = unsupported length of each separate part between the connecting rivets of lacing bars or batten plates,

r_z = radius of gyration for one part for the axis (z-z) ;

(c) Members connected in both directions by lacing bars or batten plates only shall be designed similarly by calculating the value indicated in para (2-b) for the axis (y–y) giving the smallest moment of inertia for the total section and (r_z) for the axis (z–z) giving the least moment of inertia for one separate part ;

(d) The lacing bars, batten plates and their connections shall be proportioned to resist a transverse shearing force equal to 2 per cent of the maximum axial compressive force in the whole member,



Batten Plates
Lacing Bars
l_z
l_z
l_z
l_z
Y
Z
X
X
Z
Y
Y
Z
X
X
Y
Z
Lacing Bars
or Batten Plates
Y
X
X
Z
Z
Y

produce a stress in any part of a structure in excess of 20 per cent above the permissible stresses specified in Arts. 28 to 33 (Item II), such additional material shall be added to the section or other provision made, as is necessary to bring the erection stresses within that limit.

ART. 24.

Stresses due to Tension and Bending.

The maximum tensile or compressive stress in the outer fibres of any member subject to tension, bending, or tension and bending, shall not exceed the values (f_{pt}) specified in Arts. 28, 29 and 33. The net sectional area, as defined in Art. 39, shall be taken in designing the said members.

ART. 25.

Stresses due to Centric and Eccentric Compression.

1.—The gross sectional area, as defined in Art. 39, shall be taken in designing members subject to compression. In order to be safe against buckling, the maximum stress in a member, or part of a member, subject to a centric compressive force shall not exceed the values (f_{pb}) specified in Arts. 28, 29, 33 and 34. In the relative formulas, (l_b) is the effective buckling length, as defined in Art. 27, and (r) the corresponding least radius of gyration of the section of the said member or part of a member.

2.—Members composed of separate parts (see fig.) connected together by lacing bars or batten plates only and subject to centric compression shall be verified for the buckling effect as follows :

due to the stress in the adjacent chords shall be taken into consideration.

The maximum stress due to live load in a member, including secondary stresses, must in no case exceed the permissible primary stress by more than 50 per cent.

ART. 22.
Reversal of Stress.

Members subject to reversal of stress (whether axial, bending or shearing) during the passage of the moving load shall be proportioned as follows:

Determine the maximum force of one sign and the maximum force of the opposite sign and increase each by 50 per cent of the smaller, then proportion the member so that it will be capable of resisting either force so increased. The riveted, bolted or welded connections shall be proportioned for the sum of the two maximum forces.

In the case of wind bracings, no increase shall be made for the reversal of stress due to wind and the members shall be designed for the maximum tensile and the maximum compressive force, but the maximum permissible stresses shall not exceed 0.7 of the permissible stresses for main members.

Crossed wind diagonals in structural buildings may be calculated on the assumption that the tension diagonal only is acting when the two adjacent struts are capable of cresisting the corresponding compressive force.

ART. 23.
Erection Stresses.

Where erection stresses, including those produced by the weight of cranes, together with the wind pressure, would

Stresses due to wind pressure shall be considered as primary for such structures as towers, transmission poles, etc.

2.—In designing a structure, members shall, in the first instance, be so proportioned that in no case shall the primary stresses exceed the permissible stresses specified in Arts. 28 to 35.

The design should then be checked for the additional stresses, and the primary stresses, together with the additional stresses, shall in no case exceed the aforesaid permissible stresses by more than 20 per cent.

ART. 21.

Secondary Stresses.

Structures should be so designed, fabricated and erected as to minimize, as far as possible, secondary stresses and eccentricities.

Secondary stresses are defined as bending stresses upon which the stability of the structure does not depend and which are induced by rigidity in the connections of the structure already calculated on the assumpition of frictionless or pin-jointed connections.

In ordinary riveted or welded trusses without sub–panelling, no account usually need be taken of secondary stresses in any member whose width (measured in the plane of the truss) is less than one-tenth of its length. Where this ratio is exceeded or where sub-panelling is used, secondary stresses due to truss distortion shall be computed. Bending stresses in the verticals of trusses due to eccentric connections of cross–girders shall be considered as secondary.

The induced stresses in the floor members and in the wind braces of a structure resulting from changes of length

displacement of the bodies of vehicles due to curvature and superelevation of the track, if any. The superelevation of the outer rail shall be as specified by the Railway Administration.

For road-bridges it is assumed that each lane of rolling load occupies a width of 3 met and it is therefore recommended that the width of carriage-way should, wherever possible, be a multiple of this dimension. In through bridges, a vertical clearance of not less than 4.20 met, above the crown of the road, shall be provided over the entire width available for traffic ; this clearance shall be increased to 4.50 met in case electric vehicles with trolleys are foreseen.

Where official requirements provide greater clearances, they shall govern.

ART. 20.

Primary and Additional Stresses.

1.—For the purpose of computing the maximum stresses in main girders, reactions, moments, shearing forces and forces in girders, truss members, etc., shall be calculated for:

I.—*Primary Stresses* due to :

(a) Dead load

(b) Live or superimposed load including the dynamic effect and the centrifugal force

(c) Temperature effect

II.—*Additional Stresses* due to :

(d) Wind pressure and lateral shock effect

(e) Braking force and frictional resistance of bearings

(f) Settlement of supports

CHAPTER II.

DESIGN AND CONSTRUCTION OF IRON AND STEEL STRUCTURES

A — STRESSES AND DEFLECTIONS

ARTICLE 18.

General Application.

The following prescriptions, together with any other provisions stipulated in the Special Specification, are inteneded to apply to the design and construction of iron and steel bridges and structural buildings.

The elastic stability shall be established by computing the stresses produced in all parts and ascertaining that they do not exceed the permissible (working) stresses specified herein, when these parts are subjected to the most unfavourable conditions or combinations of the loads and forces indicated in Chapter I of this Specification. In applying the said prescriptions, approved scientific methods of design shall be used. Statically indeterminate structures shall be calculated by elastic deformations methods. Deflections shall be computed and they shall in no case exceed the limits hereinafter specified.

ART. 19.

Clearances.

Where railway bridges of the through type are adopted, they shall be designed with the clearnces shown in Appendix No. 4, allowance being made for the maximum

ART. 17.

Settlement of Supports.

Stresses due to unequal settlement of structures supported on piers, abutments, etc., shall be determined in all members and parts affected, and be treated as additional stresses (Art. 20).

wheels in braces, sway and end frames, as well as in the bearings, the rail connections and the bridge piers. This effect shall be taken equal to one statical horizontal force of 6 tonnes applied normal to the track and acting at rail level.

No increase for dynamic effect shall be made in the stresses due to this force.

For bridges on curves, the stresses due to the centrifugal force and to the lateral shock effect shall not be added; only the greater stress shall be taken into account.

2.—In the case of cranes, the effect of inclined hoisting ropes together with the lateral shock effect shall be taken for each wheel as a transverse horizontal force equal to $/_{10}$ of the maximum reaction of the wheel.

ART. 15.

Frictional Resistance of Bearings.

The frictional resistance of expanison roller bearings shall be taken equal to three per cent of the total end reaction due to the dead and live loads (without dynamic effect).

For sliding bearings, the frictional resistance shall be taken as 20 per cent of the end reaction, as above defined.

ART. 16.

Shrinkage of Concrete.

Shrinkage of plain and reinforced concrete shall be considered to have the same effect as a decrease of temperature of 20° C, on condition that the concrete has been sufficiently cured.

Reduced values may be assumed if special means are proposed to minimise the shrinkage effect.

If α is the angle of inclination of the roof to the horizontal, $c = 1.2 \sin \alpha - 0.4$ for windward exposed surfaces and $c = - 0.4$ for leeward exposed surfaces; a positive value of (c) being equivalent to a pressure on the exposed surface and a negative value to a depression of the wind.

ART. 13.
Braking Force.

1.—Where a structure carries a railway, provision shall be made for the stresses due to the braking effect resulting from the application of brakes to the live load while passing thereover, this force being considered as acting on the rail and equal to $^1/_7$ of the maximum live load supported by one track only. In the case of several tracks, the braking force on the other tracks shall be taken as one-half the above value.

The effect of the braking force on the abutments and piers supporting the fixed bearings of bridges shall be taken into consideration.

No provison for the stresses due to braking forces of the moving loads shall he made in designing the members of road bridges, except in the case of tramcars moving on rails.

No increase for dynamic effect shall be made in the stresses due to the braking force.

2.—In the case of travelling cranes, the braking force shall be taken equal to $^1/_7$ of all the wheel loads in the most unfavourable position and shall be assumed acting on all the affected parts of the supporting structure.

ART. 14.
Lateral Shock Effect.

1.—In the case of railway bridges, provision shall be made for the stresses due to the lateral shock effect of the locomotive

a distance from the windward girder not exceeding twice its depth, the effective area of the former shall be taken as half the exposed surface, but when the said distance exceeds twice the depth, the whole exposed surface shall be taken into account.

When the structure is unoccupied by a moving load, the maximum pressure shall be assumed to be 250 kg per m^2, but when there is a moving load thereon, a pressure of 150 kg per m^2 shall be assumed as acting on the exposed surfaces both of the structure and the moving load, the pressure on the latter being considered acting at the centre of gravity of the exposed area.

The effective height of a train in the case of railway bridges shall be taken as 3.50 met measured from the rail level, and that of crowds or road vehicles shall be taken as 2 met measured from the road surface.

The maximum results from the wind blowing in either direction and with the structure loaded or unloaded shall be taken into account.

2.—In the case of vertical buildings, the normal pressure of wind per m^2 shall be taken equal to 100 kg for buildings up to 15 met. height and 125 kg for parts between 15 and 25 met. and 150 kg for parts above 25 met.

In the case of inclined roofs, the normal pressure of wind p_w, per m^2 of surface, shall generally be calcultated from the following formula :

$$p_w = c.q$$

where (q) is the pressure of wind acting horizontally, as given above, and (c) a factor determined by aerodynamical tests according to the shape and size of the structure.

members of road- bridges on curve, except in the case of tramcars moving on rails.

ART. 11.

Temperature Effect.

When any portion of a structure is not free to expand or contract under variation of temperature, allowance shall be made for the stresses resulting from this condition. The coefficient of expansion for each degree (Centigrade) in variation of temperature for steel and concrete is to be taken as 0.00001. It shall be assumed that the temperature varies by 30° for metal structures and by 20° for plain and reinforced concrete stuctures as well as ateel structures embedded in concrete, above or below the local mean, unless otherwise specified.

When any portions of a structure are subject to unequal variations of temperature, allowance shall be made for the stresses resulting from a variation of 50°.

The modulus of elasticity shall de taken equal to 2100 tonnes per cm^2 for cast iron and 210 tonnes per cm^2 for concrete.

ART. 12.

Wind Pressure.

1.—In the case of bridges where wind pressure has to be taken into consideration, it shall be treated as a live load not subject to any dynamic effect and shall be assumed to act horizontally at a slight angle to the transverse axis of the bridge structure, so as to take effect on the exposed area of the flooring and the leeward parts in the case of openwork sttuctures, except where any portion may be temporarily screened by a moving load. Where the leeward girder is at

Electric overhead cranes	25
Hand-operated cranes	10

ART. 10.

Centrifugal Force.

1—Where the track or tracks on a structure carrying a railway are curved, provision for the stresses due to the centrifugal action of the moving loads and the superelevation of the track shall be made in designing the members, each track on the structure being considered as occupied. The allowance for the centrifugal force due to the load on one track shall be calculated from the following formula:

$$C = \frac{W\ V^2}{127\ R}\text{, where}$$

C=the centrifugal force in tonnes considered as a moving load acting at a height of 2 met above the level of the rails.

W = the maximum axle load in tonnes,

V = the maximum speed (in km per hour) of the train allowed on the main lines, as indicated in the Special Specification,

R = the radius of the curve in met.

2.— The dynamic effect due to the live load and centrifugal force shall be taken into account as provided in Art. 7, the two following cases being considered:

(a) fast-moving trains with centrifugal force and full dynamic effect.

(b) slow-moving trains without centrifugal force but with half dynamic effect.

3.—No provision for the stresses due to the centrifugal action of the moving loads shall be made in designing the

distributed lane load shall be ascertained by multiplying the live load by a factor (I) derived from the following empirical formula :

$$I = \frac{18}{24 + L}$$

where (L) in metres, represents the loaded length of traffic lane or the sum of loaded lengths of double or multiple traffic lanes, producing the maximum stress in the girder or member considered. The loaded lengths shall be taken as indicated in Art. 7.

The foregoing allowance for dynamic effect is based upon the assumption that the carriage-way on and immediately adjacent to the bridge is properly constructed and maintained in good repair.

ART. 9.

Dynamic Effect on Structural Buildings.

In the calculation of structural buildings, no dynamic effect of the prescribed live load shall generally be taken into account, unless otherwise specified.

Where live loads arising from machinery, runways, cranes and other plant producing dynamic effects, are supported by or communicated to a framework, allowance shall be made for such dynamic effects, including impact, by increasing the computed live load value by an adequate percentage.

Unless otherwise specified, the following allowances (per cent) shall be deemed to cover all forces set up by vibration, shock, kinetic action and impact:

Turbines, elevators 100
Stationary vibrating machines 50
Travelling cranes :

effects of rail joints, track and wheel irregularities, speed and hammer blow of steam locomotives.

2—The following empirical formula determines the factor (I) by which the live load is to be multiplied to give the addition for all dynamic effects due to the aforesaid causes:

$$I = \frac{26}{24+L}$$

where (L), in metres, represents the loaded length of track, or the sum of loaded lengths of double or multiple tracks, producing the maximum stress in the girder or member considered.

The loaded length (L) of a stringer supported by two cross girders shall be taken equal to the effective span of the stringer. For cross-girders, (L) shall be taken equal to the sum of the effective spans of the stringers in adjacent panels.

For end stringer brackets between the end cross-girder and the abutment or pier, (L) shall be taken equal to 0.5 met.

3— In the case of ballasted floor steel bridges, with a minimum thickness of 20 cm of ballast under the sleepers, and in the case of open floor bridges with no rail joints or welded rail joints, the value of (I) given by the above formula shall be reduced by 10 per cent for each case.

4— Dynamic effect shall be neglected in the calculation of elastic deformations.

ART. 8.

Dynamic Effect on Road and Foot Bridges.

In the case of road and foot bridges, the addition to the live load, which shall cover all dynamic effects due to the vehicular concentrated load, knife-edge load and uniformly

(c) Flat roofs and roofs with tan (∝) not exceeding (0.30) shall be considered as accessible and calculated for a vertical superimposed load of 200 kg per m^2;

(d) Roof purlins shall be calculated for an additional concentrated load of not less than 100 kg.

ART. 6.

Special Live Loads.

1— Handrailings and brackets of bridges shall withstand the effect of a transverse horizontal force of 120 kg per met run in case of railway bridges and 150 kg per met run in case of road and foot bridges, assumed acting at the top level of the handrail.

2— Account shall be taken of all external forces, such as earth-pressure, water-pressure, buoyancy, etc., which may subject the various parts of a structure to an increase of stress.

For abutments of railway bridges. the earth-pressure due to the action of the live load shall be considered equal to a surcharge of an earth layer 2.20 met high over the sleeper level, the width of distribution being 3.50 met for one track. In the case of road bridges this height shall be taken equal to 1 met.

3—For structures subjected to special live loads, such as elevators, machinery, liquids in tanks, reservoirs, etc., the actual value of the live load shall be determined with a sufficient margin so as to ensure that the said value shall never be exceeded in practice.

ART. 7.

Dynamic Effect on Railway Bridges.

1—Where a bridge structure carries a railway, appropriate additions shall be made to the live load specified to allow for the

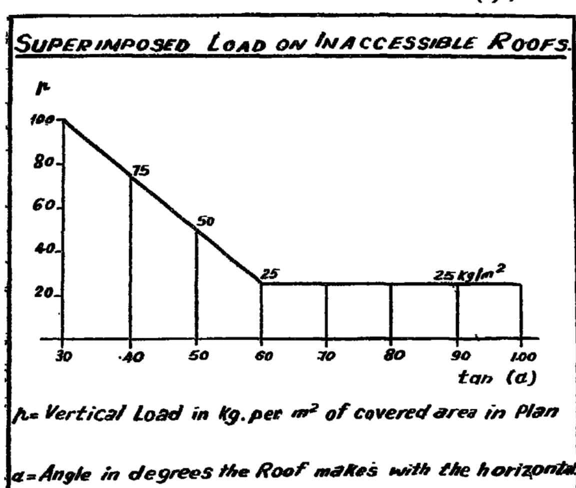
structural support, shall be designed for the following horizontal static loads (kg per met) which shall be assumed to act at handrail or coping level :

(i) All stairways, landings and balconies and all parapets and handrails to roofs 80

(ii) In pleces of assembly where danger would result in the event of panic 150

4—(a) Inaccessible roofs (mention of which shall be made in the Special Specification) shall be calculated for a vertical superimposed load varying from 25 to 100 kg per m^2, according to the slope of the roof, as shown in the fig.

(b) For accessible roofs, the superimposed load shall be taken not less than twice the values indicated in (a) ;



(e) Assembly rooms without fixed seatings, passenger platforms 600

(f) Baggage rooms, storerooms 750

(g) Warehouses 1000

(h) Freight platforms and houses, cotton loading platforms 1500

In designing columns, walls and foundations carrying several floors, the following reductions in assumed total superimposed floor loads shall be taken :

Number of floors carried by the member under consideration.	Per cent reduction of superimposed load on all floors carried by the member under consideration.
1	0
2	0
3	10
4	20
5	30
6 or more	40

No reduction shall be made in buildings for storage purposes or in the weight of any plant or machinery for which specific allowance is made.

2.—Corridors, stairs and landings, generally, shall be designed for the same class of loading as the floor or other space to which they give access, provided that class (c) loadings shall be taken for corridors, stairs and landings leading to places of public assembly with fixed individual seatings. Class (e) loadings may be taken as the maximum for any corridor, stair or landing.

3 — Parapets and balustrades, together with the connections and members which give them immediate

2.—The live loads specified above are intended for bridges to be built under first class main roads.

For second-class main roads, it is recommended to calculate the elements of the bridge under loadings equal to $/_4$ of those indicated in (1-a and 1-b), except for the calculation of the sidewalks proper, where the prescriptions in (1-d) shall be followed.

3.— The live loads for bridges to be built under other types of roads shall be specified according to local official requirements.

4.—All parts and elements of foot bridges, inaccessible to vehicular traffic, shall be proportioned for the maximum stresses produced by a uniformly distributed load of 400 kg per m^2, to which shall be added those due to the dynamic effect (Art. 8.)

ART. 5.

Superimposed Loads On Structural Buildings.

1.—For the purpose of calculating the loads on structural buildings parts and their foundations, the minimum superimposed loads on each floor shall be taken as equivalent static loads (kg per m^2) estimated as indicated below and in the Special Specification. Floors shall also be capable of carrying in any position concentrated loads as specified.

(a) Dwellings 200

(b) Offices, class-rooms, staircases 300

(c) Public rooms, retail shops, restaurants, assembly rooms with fixed individual seatings 400

(d) Cinemas, theatres, dancing halls, amphitheatres, libraries, file rooms, bookshops, balconies 500

(a) Main girders less than 30 met span as well as floor-system members and parts shall be proportioned for truck concentrated axle loads of the standard type shown in Appendix No. 3 and lane distributed loads as specified herein. Concentrated and distributed loads shall occupy the positions producing the maximum stresses under the passage of one or several trucks which could be placed on the roadway. Not more than two lanes of 3 met width each shall be covered with the trucks moving in the same direction and parallel to the axis of the bridge.

The remaining lanes or fraction of lanes shall be assumed covered by a uniformly distributed load of 400 kg per m^2. The sidewalks, if any, shall also be considered as covered by the same distributed load.

(b) Main-girders 30 met span and over shall be proportioned for the maximum stresses produced by a uniformly distributed load of 400 kg per m^2 assumed covering the whole area of the roadway and sidewalks, together with a knife-edge load equal to 8 tons per metre width of roadway with a maximum width of 6 met. The distributed load and knife-edge load shall be taken to occupy such positions as will produce the maximum stress.

(c) In case a bridge carries electric railway traffic producing stresses in excess of those due to the live loads considered in (a) and (b), these stresses shall be duly accounted for in proportioning.

(d) The elements of sidewalks proper shall be proportioned for the maximum stresses produced by a uniformly distributed load of 400 kg per m^2. If the height of the curb is less than 20 cm (thus allowing a mounting over of a vehicle), the elements of the sidewalks shall also be checked for the effect of a point load of 4 tons (including dynamic effect) in the position giving the maximum stress.

Corrugated asbestos sheets		15
Glazing (with supports)	ordinary (5 mm) ...	25
	wire woven (6 mm)	40
Bituminous felt		35

The dead load should be checked after the design is made and the design should be revised if the dead load is found to be seriously in error.

ART. 3.

Live Load for Railway Bridges.

For the calculation of railway bridges, the rolling live load shall be that type of loading designated in the Special Specification as one of the three Train-Types (D), (H), (L) shown in Appendix No. 2, or any other loading which may be specified.

Two locomotives with tenders are to be assumed followed on one side only by an unlimited number of wagons, and different positions shall be given to the specified live load so as to produce the maximum stresses; to that effect, a reduction of the length of the specified train-type must be considered. For bridges on curves, provision shall be made for the increased proportion of the live load carried by any truss, girder or stringer due to the eccentricity of the said load.

ART.4.

Live Load for Road and Foot Bridges.

1.—For the calculation of main-road bridges, the live load shall be that type of vehicular rolling load and/or distributed load designated in the Special Specification in conformity with the following prescriptions, unless otherwise specified :

Concrete breeze, pumice (1/2 sand)	1500
Brickwork (solid)	1800
Sandstone masonry	2400
Granite masonry	2700
Limestone masonry	2500
Asphalt (compressed)	2150
Asphaltic bitumen	1500
Timber (soft)	800
Timber (hard)	900
Macadam	2500
Basalt sett paving	2700

The following items may vary in weight, but the average values indicated below (kg per m^3) are given for the dry materials and may be used for preliminary computations :

Coal	1000
Cement (in bags)	1600
Sand	1400
Earth, loam { dry	1800
Earth, loam { wet	2100
Gravel	1700
Sand and gravel (mix)	2000
Flour (in bags)	500
Salt (in bags)	1000
Sugar	750
Potatoes	750
Cotton	1250
Paper	1100

The following items for roof coverings are minimum values (kg per m^2) related to the inclined area of roofs :

Tiles	75
Slates	70
Corrugated iron sheets	25

CHAPTER 1.

LOADS AND FORCES FOR DESIGN

ARTICLE 1.

Ceneral Application.

The loads and forces herein specified shall apply for the statical calculation and the design of all bridges and structural buildings made of iron, steel, plain concrete, reinforced concrete, stone masonry and timber.

ART. 2.

Dead Load. — Weight of Materials.

The dead load carried by a girder or member shall consist of that portion of the weight of the superstructure and the permanent loads fixed thereon which is supported by the girder or member (including its own weight), the following unit weights of materials (kg per m^3), or the actual ascertained unit weights where available, being used in determining the load :

Steel (rolled or cast)	7850
Wrought Iron	7700
Cast Iron	7250
Aluminium	2750
Bronze	8500
Copper (rolled)	8900
Zinc (rolled)	7200
Lead	11400
Concrete (cement, plain)	2200
Concrete (cement, reinforced)	2500

CONTENTS Con .

CONTENTS.

CHAPTER I.

Loads and Forces for Design

CHAPTER II.

Design and Construction of Iron and Steel Structures.

A.—Stresses and Deflections.

SUB-COMMITTEE OF METALLIC STRUCTURES

1.—EL SAYED GAWDAT, B.Sc., O.B.E., formerly Under Secretary of State, Ministry of Communications, Cairo.

2.—Prof. Dr HERMANN SCHWYZER, DR. SC. TECH. E.T.H (ZURICH), formerly Professor of Structural Engineering, University of Cairo, Giza.

3.—Prof. Dr. I.A. EL-DEMIRDASH, DR. SC. TECH., E.T.H. (ZURICH), Dean, Faculty of Engineering, University of Cairo, Giza.

4.—Prof. Dr. M. TALAAT, PH. D. (LONDON), Professor of Metallic Structures, Faculty of Engineering, University of Cairo, Giza.

4.—SOAD SEOUDY, DIPL. ING. Ecole Polytechnique (LAUSANNE), Director, Egyptian Inspecting Engineers' Office, London.

6.—SELIM AMMOUN, DIPL. ING. E.T.P. (PARIS), Inspector of Projects, Roads and Bridges Department, Ministry of Communications, Cairo.

TRANSLATION COMMITTEE.

1. **El Sayed Gawdat**
2. **M. Talaat**

FOREWORD.

In all progressive countries there are approved standard specifications prepared by the institutes of engineers to guide in the design and execution of all engineering works.

Such specifications are given legal power so as to protect the public and bind the engineers and all government and non-government engineering offices and firms.

The Egyptian Institute of Engineers has taken an active part in that field of work and formed a principal committee and several sub-committees to prepare standard specifications for all engineering works in Egypt.

The Institute will periodically introduce any modifications, if necessary, in these specifications in order to keep abreast of progress in engineering and in the industrial development of the country.

EGYPTIAN STANDARD SPECIFICATIONS

Prepared by

THE EGYPTIAN INSTITUTE OF ENGINEERS

28, El Malika Avenue, Cairo — Egypt.

EGYPTIAN STANDARD SPECIFICATION

No 1

LOADS AND FORCES DESIGN AND CONSTRUCTION OF IRON AND STEEL STRUCTURES

Printed by

EL-EÉTEMAD PRINTING PRESS, CAIRO

EGYPTIAN STANDARD SPECIFICATIONS
Prepared by
THE EGYPTIAN INSTITUTE OF ENGINEERS
28, El Malika Avenue, Cairo — Egypt.

EGYPTIAN STANDARD SPECIFICATION

No 1

LOADS AND FORCES DESIGN AND CONSTRUCTION OF IRON AND STEEL STRUCTURES

Printed by
EL-EÉTEMAD PRINTING PRESS, CAIRO